

Internationale Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes

International Commission for the Hydrology of the Rhine Basin

Die Regulierung des Bodensees

Markus Disse
Maximilian Hansinger
Michael Tarantik

Bericht Nr. I-26 der KHR
Report No I-26 of the CHR



Internationale Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes

International Commission for the Hydrology of the Rhine Basin

Die Regulierung des Bodensees

Planungen und Realisierungsansätze in zwei Jahrhunderten

**Markus Disse
Maximilian Hansinger
Michael Tarantik**

**Bericht Nr. I-26 der KHR
Report No I-26 of the CHR**

Internationale Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes

International Commission for the Hydrology of the Rhine Basin

Die Regulierung des Bodensees

Planungen und Realisierungsansätze in zwei Jahrhunderten

Wissenschaftliche Projektleitung: Markus Disse, Technische Universität München – Ingenieur fakultät Bau-Geo-Umwelt

Projektbearbeitung: Maximilian Hansinger
Michael Tarantik

Auftraggeber: Internationale Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes (KHR)
Koordination: Jörg Uwe Belz, Bundesanstalt für Gewässerkunde

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	iv
Tabellenverzeichnis.....	vii
Abkürzungsverzeichnis.....	ix
1 Einleitung	1
1.1 Allgemeines über den Bodensee und den Rhein	1
1.1.1 Der Bodensee	1
1.1.2 Der Rhein	2
1.2 Ziel der Literaturstudie.....	5
1.3 Methodik.....	5
1.3.1 Historische Quellen	5
1.3.2 Experteninterviews	5
2 Hydrologie des Bodensees und des Rheins	7
2.1 Wasserspiegelschwankungen	7
2.1.1 Umrechnung der geodätischen Höhen	7
2.1.2 Natürliche Wasserspiegelschwankungen	7
2.2 Entwicklungen im Abflussregime des Rheins.....	8
2.2.1 Hydrologische Charakteristik des Abflussregimes	8
2.2.2 Veränderung des Abflusses im 20. Jahrhundert	10
2.2.3 Zukünftige Veränderung des Abflusses	12
2.2.4 Tendenzen des Bodensee-Wasserstandes	13
2.3 Extremereignisse.....	14
2.3.1 Extreme Hochwasserstände an Bodensee und Rhein	14
2.3.2 Extreme Niedrigwasserstände an Bodensee und Rhein	21
2.4 Die Regulierung des Alpenrheins	23
3 Darstellung und Vergleich der Projektentwürfe zur Regulierung des Bodensees.....	30
3.1 Chronologische Übersicht zu bisherigen Projektideen	30
3.2 Historischer Hintergrund.....	31
3.3 Die Projekte Honsell, Legler, Gerber und von Steiger.....	34
3.3.1 Das Projekt Honsell	34
3.3.2 Das Projekt Legler	37
3.3.3 Das Projekt Gerber.....	40
3.3.4 Das Projekt von Steiger	40
3.4 Das Projekt Bossard.....	40
3.5 Die Denkschrift Sommers	41

3.6	Das Projekt der Gebrüder Maier	43
3.7	Das Projekt Kobelt.....	45
3.8	Projekt 1953: Locher & Cie AG.....	48
3.9	Projekt 1967 R: Locher & Cie AG	54
3.10	Projekt 1972: Locher & Cie AG.....	54
3.11	Projekt 1973: Bächtold AG	56
3.12	Variantenvergleich.....	59
3.13	Stollenlösung.....	60
4	Hydrologische Wirkungsanalyse.....	61
4.1	Reglementsentwürfe.....	61
4.2	Hochwasserschutz	71
4.2.1	Hochwasserschutz am Bodensee.....	71
4.2.2	Auswirkungen der Vorschläge auf vergangene Hochwasserereignisse am Bodensee	75
4.2.3	Hochwasserschutz am Rhein	76
4.3	Niedrigwassererhöhung.....	77
4.3.1	Niedrigwassererhöhung am Bodensee.....	77
4.3.2	Auswirkungen der Vorschläge auf vergangene Niedrigwasserereignisse am Bodensee	78
4.3.3	Niedrigwassererhöhung am Rhein.....	79
5	Ökonomisches Nutzungspotential	81
5.1	Schiffbarmachung des Hochrheins	81
5.1.1	Der Hochrhein als Wasserstraße.....	81
5.1.2	Volkswirtschaftliche Analyse.....	82
5.1.3	Projekt 1961	82
5.1.4	Die Hochrheinschifffahrtsfrage in den 70er und 80er Jahren	83
5.2	Ökonomische Einsparungen durch den Hochwasserschutz	83
5.2.1	Hochwasserschutz bei Honsell.....	83
5.2.2	Hochwasserschutz bei Sommer	84
5.2.3	Hochwasserschutz bei Maier.....	84
5.3	Wasserkraftpotential.....	85
5.3.1	Das Wasserkraftpotential beim Projekt Bossard	85
5.3.2	Das Wasserkraftpotential beim Projekt Sommer.....	85
5.3.3	Das Wasserkraftpotential beim Projekt Maier	86
5.3.4	Das Wasserkraftpotential beim Projekt Kobelt.....	89

5.4	Verbesserung der Schifffahrtsverhältnisse bis in den Mittelrhein (bezogen auf die Projekte ab 1953)	92
6	Auswirkung auf die Seeufer	94
6.1	Ökologische Auswirkungen	94
6.1.1	Ökologie der Seeufer und Flachwasserzone	94
6.1.2	Gewässerökologie des Bodensees und des Hochrheins	100
6.2	Seespiegelregulierung und wassernahe Infrastruktur	102
6.2.1	Auswirkungen auf Brücken	102
6.2.2	Auswirkungen auf Kläranlagen	105
6.2.3	Auswirkungen der Seespiegelschwankungen auf Hafenanlagen und die Bodenseeschifffahrt.....	105
6.3	Schutz der historischen Pfahlbauten.....	107
6.3.1	Allgemeines.....	107
6.3.2	Einfluss des Wasserstandes auf die Pfahlbauten	107
6.4	Tourismus	109
7	Soziale und politische Implikationen	111
7.1	Geschichte der internationalen Zusammenarbeit am Bodensee	111
7.1.1	Staatsverträge zwischen Österreich und der Schweiz und Internationale Rheinregulierung (IRR).....	111
7.1.2	Internationale Bevollmächtigtenkonferenz für die Bodenseefischerei (IBKF)	112
7.1.3	Internationale Bodenseekonferenz (IBK)	113
7.1.4	Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IGKB)	113
7.2	Beteiligte Behörden	114
7.3	Mediale Darstellung der Projektvorschläge.....	114
7.4	Spezialfall: Kanton Thurgau.....	115
8	Realisierungspotenzial	117
9	Fazit und Bewertung.....	119
	Literaturverzeichnis	125
	Anhang A. Experteninterviews.....	133
	Anhang B. Abbildungen	135
	Anhang C Tabellen.....	141
	Allgemeine Informationen über die Internationale Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes (KHR).....	160
	KHR-Veröffentlichungen.....	161
	Kolophon	165

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1 Verlauf und Gliederung des Rheins	4
Abbildung 2-1 Bandbreite der Wasserstandsbewegung am Pegel Konstanz/Bodensee im Jahresverlauf, Bezugsperiode 1817-2006 (Quelle: BfG)	8
Abbildung 2-2 Typisches Abflussregime im Rheineinzugsgebiet nach Pardé; Referenzzeitraum 1961-1990 (INTERNATIONALE KOMMISSION ZUM SCHUTZ DES RHEINS, 2011)	9
Abbildung 2-3 Veränderung des Abflusses bei Basel im Zeitraum 1901-2000 im Sommer (oben) und Winterhalbjahr (unten) (BELZ ET AL., 2007)	11
Abbildung 2-4 Wiederkehrwahrscheinlichkeit schädlicher Hochwasserstände am Bodensee-Obersee [m ü. M] (VISCHER, 1989)	15
Abbildung 2-5 Überschwemmung Bregenz, Inselstraße, 25.05.1999 (MATHIS, 2016)	16
Abbildung 2-6 Jährliche Hochwasserstände am Pegel Konstanz/Bodensee im Zeitraum 1904-2013	18
Abbildung 2-7 Pegel Rekingen am Hochrhein: Jährliche Maximalabflüsse im Zeitraum 1905-2014	18
Abbildung 2-8 Ganglinie des Hochwassers von 1925 (Datenquelle: Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV), bereitgestellt durch die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG))	19
Abbildung 2-9 Ganglinie des Hochwassers von 1970 (Datenquelle: WSV, bereitgestellt durch die Bundesanstalt für Gewässerkunde)	19
Abbildung 2-10 Ganglinie des Hochwassers von 1993 (Datenquelle: WSV, bereitgestellt durch die Bundesanstalt für Gewässerkunde)	20
Abbildung 2-11 Ganglinie des Hochwassers von 1995 (Datenquelle: WSV, bereitgestellt durch die Bundesanstalt für Gewässerkunde)	20
Abbildung 2-12 Niedrigwasser am Auslauf des Untersees bei Stein, 18. März 1924 (KOBELT, 1926)	22
Abbildung 2-13 Entwicklung des Baus von Kraftwerk-Speicherbecken in den Einzugsgebieten von Alpenrhein und Bregenzerach (LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG, 2011)	24
Abbildung 2-14 Speicherbecken am Alpenrhein (INTERNATIONALE GEWÄSSERSCHUTZKOMMISSION FÜR DEN BODENSEE, 2004)	25
Abbildung 2-15 Mittlere Tagesabflüsse und Monatsmittel des Rheins bei Domat/Ems für die Perioden von 1899 bis einschließlich 1953 (ohne 1907 bis 1909) und von 1969 bis und mit 2008 (HUNZIKER & ZARN, 2012)	27
Abbildung 2-16 Minimale Tagesabflüsse und minimaler Monatsabfluss des Rheins bei Domat/Ems für die Perioden von 1899 bis einschließlich 1953 (ohne 1907 bis 1909) und von 1969 bis und mit 2008 (HUNZIKER & ZARN, 2012)	28

Abbildung 2-17 Maximale Tagesabflüsse und maximaler Monatsabfluss des Rheins bei Domat/Ems für die Perioden von 1899 bis einschließlich 1953 (ohne 1907 bis 1909) und von 1969 bis und mit 2008 (HUNZIKER & ZARN, 2012)	28
Abbildung 2-18 Maximale Abflüsse in den Monaten November und Februar am Pegel Domat/Ems zwischen 1899 und 2010 (HUNZIKER & ZARN, 2012)	29
Abbildung 3-1 Überblick über den Bodensee, seine Umgebung und die für das Regulierungsvorhaben bedeutenden Ortschaften.....	31
Abbildung 3-2 Der Seerhein bei Konstanz mit Rheinbrücke und Rheinmühle um 1643 (KONOLD, 2000)	33
Abbildung 3-3 Rheinbrücke und Rheinmühle in Konstanz um 1800 (KONOLD, 2000)	34
Abbildung 3-4 Erdabtragungen (rot) am Eschenzer Horn (HONSELL, 1879).....	36
Abbildung 3-5 Verlauf der geplanten Rinne am Hochrhein (exemplarisch) (HONSELL, 1879).....	36
Abbildung 3-6 Überschwemmung in Rorschach am 5. September 1890 (BOSSARD, 1913)	38
Abbildung 3-7 Querprofil des festen Wehrs mit Durchlass (LEGLER, 1891, bearbeitet).....	39
Abbildung 3-8 Korrektur des Rheinlaufs zwischen Stiegen und Stein am Rhein (MAIER & MAIER, 1924)	44
Abbildung 3-9 Schnitt durch das Schützenwehr in Rheinklingen (MAIER & MAIER, 1924)	45
Abbildung 3-10 Korrekturstrecke (rot) des Abschnittes bei Hemishofen inkl. Wehrstandort (KOBELT, 1926; Beschriftung eingefügt)	47
Abbildung 3-11 Ansicht des Schützenwehres bei Kobelt (KOBELT, 1926, bearbeitet)	48
Abbildung 3-12 Draufsicht auf die geplante Rinne am Auslauf des Obersees (LOCHER & CIE AG, 1953)	50
Abbildung 3-13 Übersicht der Korrekturstrecke am Hochrhein (LOCHER & CIE AG, 1953)	51
Abbildung 3-14 Detailquerschnitt des Dachwehres bei Hemishofen; rot eingefärbt das Fundament, gelb die Wehrklappe (LOCHER & CIE AG, 1953).....	52
Abbildung 3-15 Draufsicht des Dachwehres; In Gelb die Wehrklappen, rot die Wehrpfeiler und die Schiffsschleuse (LOCHER & CIE AG, 1953)	53
Abbildung 3-16 Bemessung der Schiffahrtsrinne (BÄCHTOLD, 1973; bearbeitet)	57
Abbildung 3-17 Draufsicht Rinne und Wehre am Übergang vom Untersee zum Hochrhein (BÄCHTOLD, 1973).....	58
Abbildung 3-18 Die projektierte Grundschwelle mit aufgesetztem Schlauchwehr und linksseitig angeordneter Schiffschleuse (VISCHER, 1989).....	59
Abbildung 4-1 Darstellung der Wasserstände und Ausflussmassen in Konstanz und Stein am Rhein 1865 im wirklichen Zustand (gestrichelte Linie) und als Folge des Projekts Honsells (gestrichelte Linie) (HONSELL, 1879).....	62
Abbildung 4-2 Beobachtete Wasserstände und Wasserstände der Regulierung bei Stein am Rhein im Zeitraum Mai bis November 1890 (LEGLER, 1891)	63
Abbildung 4-3 Reglements-vorschlag nach Bossard (1912) im Vergleich zu den tatsächlichen Wasserständen 1890 und 1900 – 1910 (BOSSARD, 1912; bearbeitet).....	65
Abbildung 4-4 Wehrreglement (MAIER & MAIER 1924)	67

Abbildung 4-5 Wehrreglement nach Kobelt (KOBELT 1926, bearbeitet)	68
Abbildung 4-6 Entwurf zum Linienreglement der Bodenseeregulierung (EIDG. AMT F. WASSERWIRTSCHAFT, 1974)	70
Abbildung 4-7 Vergleich theoretischer und tatsächlicher Wasserstände des Untersees im Jahr 1965 bei einer Regulierung nach dem Reglement von 1973 (EIDG. AMT F. WASSERWIRTSCHAFT, 1974)	71
Abbildung 4-8 Herbsthochwasser 1890 mit und ohne Regulierung (MAIER & MAIER, 1924).....	73
Abbildung 4-9 Vergleich der tatsächlichen und regulierten Oberseestände zwischen 1909 und 1924 (KOBELT, 1926, bearbeitet).....	74
Abbildung 5-1 Hochwasserschäden am Bodensee (SOMMER, 1922).....	84
Abbildung 5-2 Leistungskurven des Kraftwerks Schaffhausen für verschiedene Gefälle und Abflüsse (MAIER & MAIER, 1924)	86
Abbildung 5-3 Energieproduktion des KW Schaffhausen ohne und mit Bodenseeregulierung im Mittel der Jahre 1904-1914 (MAIER & MAIER, 1924).....	87
Abbildung 5-4 Leistungskurven des Kraftwerks Rheinklingen (MAIER & MAIER, 1924).....	88
Abbildung 5-5 Differenz: Abflüsse beim Kraftwerk Rheinklingen mit und ohne Regulierung (MAIER & MAIER, 1924).....	89
Abbildung 5-6 Bezugslinien für die Zuschusswassergabe von Oktober (X) bis Ende Dezember (XII) FWT: Fahrwassertiefe (STRACK & WYSS, 1970)	93
Abbildung 6-1 Schematische Gliederung des Ufers und der Flachwasserzone des Bodensees (MÜRLE ET AL., 2004).....	94
Abbildung 6-2 Anordnung der neuen Brücke in Stein am Rhein, Varianten I und II (KOBELT, 1926; bearbeitet)	104
Abbildung 6-3 Querschnitt der neuen Brücke in Schaffhausen (KOBELT, 1926; bearbeitet).....	104
Abbildung 6-4 Anzahl der Übernachtungen in der Bodenseeregion, 1999 (MÜRLE ET AL., 2004).....	109
Abbildung B - 1: Nettogefälle am Wehr Rheinklingen als Funktion des Unterseestandes und der Abflussmenge (KOBELT, 1926)	154
Abbildung B - 2: Mögliche Energieproduktion des Kraftwerks Rheinklingen (KOBELT, 1926) .	155
Abbildung B - 3: Beispielrechnung der Seestände nach dem Reglemententwurf (KOBELT, 1926).....	156
Abbildung B - 4: Unterschriftenzettel für den Volksentscheid (HAGER, 1970)	157
Abbildung B - 5: Unterschriftenzettel für den Volksentscheid (HAGER, 1970)	158

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1-1 Die wichtigsten Zuflüsse des Bodensees, Flächenanteile des Einzugsgebiets und Abflussanteile (LUFT, 1993), (GURTZ ET AL., 1997)	2
Tabelle 2-1 Statistik der Jahreshochwasser für den Bodensee-Obersee auf der Basis homogenisierter Seewasserstände von 1817 bis 2006 (HOCHWASSER-VORHERSAGE-ZENTRALE, 2014).....	15
Tabelle 2-2 Bedeutende historische Hochwasserstände am Bodensee-Obersee (KOBELT, 1926; HOCHWASSER VORHERSAGE-ZENTRALE, 2014)	17
Tabelle 2-3 Vergleich der Abflüsse verschiedener Hochwasserereignisse am Rhein (BUNDESANSTALT FÜR GEWÄSSERKUNDE, 2016).....	21
Tabelle 2-4 Verursachte Schäden des Hochwasserereignisse 1925, 1970, 1993 und 1995 am Rhein (BUNDESANSTALT FÜR GEWÄSSERKUNDE, 2014)	21
Tabelle 2-5 Mittlerer jährlicher Seewasserstand, mittlerer Niedrigwasserstand im Zeitraum zwischen 1902 bis 2006, sowie niedrigste Wasserstände (HOCHWASSER-VORHERSAGE-ZENTRALE, 2014; BAFU, 2014).....	22
Tabelle 2-6 Entwicklung des Ausbaus von Kraftwerk-Speicherbecken in den Einzugsgebieten von Alpenrhein und Bregenzerach (LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (2011)).....	26
Tabelle 3-1 Übersichtstabelle zur Synoptik der Projektvorschläge	30
Tabelle 3-2 Übersicht über die Wehrtypen und Standorte.....	59
Tabelle 4-1 Im Reglement festgelegte Hoch- und Niedrigwassergrenzen (BOSSARD, 1912).....	64
Tabelle 4-2 Schadensgrenzen am Ober- und Untersee (OESTERHAUS, 1943).....	66
Tabelle 4-3 Maximale Hochwasserstände im Falle einer Regulierung (EIDG. AMT F. WASSERWIRTSCHAFT, 1977)	75
Tabelle 4-4 Die Hochwasserstände der unterschiedlichen Projekte nach der Regulierung im Vergleich (HONSELL, 1879; BOSSARD, 1913; SOMMER, 1922; MAIER & MAIER, 1924; KOBELT, 1926; LOCHER & CIE AG, 1953; BÄCHTOLD, 1973).....	76
Tabelle 4-5 Monatsmittel des Niedrigwasserstandes im August (EIDG. AMT F. WASSERWIRTSCHAFT, 1977)	78
Tabelle 4-6 Die Niedrigwasserstände der unterschiedlichen Projekte nach der Regulierung im Vergleich (BOSSARD, 1913; SOMMER, 1922; MAIER UND MAIER, 1924; KOBELT, 1926; LOCHER & CIE AG, 1953; BÄCHTOLD, 1973)	79
Tabelle 5-1 Tabelle der Energieproduktion (SOMMER,1922).....	85
Tabelle 5-2 Kraftwerke am Hochrhein bis 1926 (nach KOBELT (1926)).....	91
Tabelle 5-3 Projektierte Kraftwerke am Hochrhein (nach KOBELT (1926))	91
Tabelle 6-1 Archäologische Siedlungsareale, die bei Niedrigwasser am Bodensee frei fallen (LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG, 2011).....	108

Tabelle 8-1 Einschätzung des Realisierungspotentials einer Bodenseeregulierung auf Basis der Literaturstudie.....	118
Tabelle 9-1 Übersicht über die Wehrtypen und Standorte.....	120
Tabelle 9-2 Maximale Hochwasserstände im Falle einer Regulierung (EIDG. AMT F. WASSERWIRTSCHAFT, 1977)	121
Tabelle 9-3 Monatsmittel des Niedrigwasserstandes im August (EIDG. AMT F. WASSERWIRTSCHAFT, 1977)	121
Tabelle C - 1 Auflistung der wichtigsten Anlaufstellen im Internet	141
Tabelle C - 2 Kontaktpersonen bei Behörden, Unternehmen und Instituten	142
Tabelle C – 3 Bestand des Staatsarchivs Thurgau	145

Abkürzungsverzeichnis

BAFU	Bundesamt für Umwelt
CHF	Schweizer Franken
DM	Deutsche Mark
EZG	Einzugsgebiet
FWT	Fahrwassertiefe
GKR	Gemeinsame Rheinkommission
GIW	gleichwertiger Wasserstand
HHW	höchster jemals registrierter Hochwasserstand
HQ	höchster Abfluss einer Zeitspanne
HQ ₁₀₀	hundertjährliches Hochwasser
HW	höchster Wasserstand einer Zeitspanne
IBK	Internationale Bodenseekonferenz
IGKB	Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee
IKSR	Internationale Kommission zum Schutz des Rheins
IRKA	Internationale Regierungskommission Alpenrhein
IRR	Internationale Rheinregulierung
ITA	Internationaler Technischer Ausschuss
KHR	Kommission für die Hydrologie des Rheingebiets
LUBW	Landesamt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg
MHQ	mittlerer Hochwasserabfluss in einer Zeitspanne
mHW	monatsbezogener höchster Wasserstand in einer Zeitspanne
mMHW	monatsbezogenes Mittel der höchsten Wasserstände in einer Zeitspanne
mMNW	monatsbezogenes Mittel der niedrigsten Wasserstände in einer Zeitspanne
mMW	monatsbezogener mittlerer Wasserstand in einer Zeitspanne
MNQ	mittlerer Niedrigwasserabfluss in einer Zeitspanne
mNW	monatsbezogener niedrigster Wasserstand in einer Zeitspanne
MQ	mittlerer Abfluss in einer Zeitspanne
MW	mittlerer Wasserstand in einer Zeitspanne
MW _{SoHj}	mittlerer Wasserstand im hydrologischen Sommerhalbjahr in einer Zeitspanne
MW _{WiHj}	mittlerer Wasserstand im hydrologischen Winterhalbjahr in einer Zeitspanne
NNW	niedrigster jemals registrierter Niedrigwasserstand
P.K.	Pegel Konstanz
P.R.	Pegel Romanshorn
WSA	Wasser- und Schifffahrtsamt

1 Einleitung

1.1 Allgemeines über den Bodensee und den Rhein

1.1.1 Der Bodensee

Vor ca. 60-65 Mio. Jahren begann im Tertiär die Alpenfaltung. Im Zuge dieser bildete sich am Nordrand der Auffaltungszone eine Beckenregion, das sog. Molassebecken, das zu Zeiten von Meer, zu anderen Zeiten von Süßwasser bedeckt war. Der Bodensee selbst ist das Produkt der quartären Eiszeiten, als sich nach dem letzten Eisvorstoß in der Würmeiszeit das durch Gletscher ausgehobelte Seebecken mit Schmelzwasser füllte (MÜRLE ET AL., 2004). Er ist nach dem Genfer See und dem Plattensee, mit einer Fläche von 535 km², der drittgrößte natürliche Binnensee Mitteleuropas. Gemessen am Wasservolumen ist er mit 48,5 Mrd. m³ nach dem Genfer See sogar der zweitgrößte Binnensee. Anrainerstaaten des Bodensees sind Deutschland, Österreich und die Schweiz. Von den gesamten 273 km Uferlänge entfallen 173 km auf Deutschland, 28 km auf Österreich und 72 km auf die Schweiz. Es bestehen für den Bodensee nur zum Teil Grenzverträge zur Aufteilung der Seefläche. So gibt es für den gesamten Obersee mit Ausnahme der Flächen im Bereich Überlingen-Konstanz-Kreuzlingen keine fixierten Grenzen zwischen den Anrainerstaaten.

Der See lässt sich in zwei Gewässereinheiten untergliedern. Der viel größere und tiefere Obersee (einschließlich Überlingersee) ist über den Seerhein mit dem flachen Untersee verbunden, dessen Seespiegel im Jahresmittel ca. 30 cm tiefer liegt als der des Obersees. Die jährliche Wasserbilanz wird durch den Ausfluss in den Hochrhein und die verschiedenen Zuflüsse bestimmt, wobei der Zufluss aus dem Alpenrhein anteilig am gesamten Zustrom mit 62 % am größten ist. Das gesamte Einzugsgebiet des Bodensees inklusive der Seefläche umfasst rund 11500 km² (INTERNATIONALE GEWÄSSERSCHUTZKOMMISSION FÜR DEN BODENSEE, 1993). **Tabelle 1-1** gibt einen Überblick über die wichtigsten Zuflüsse.

Die Nutzungsgeschichte des Bodensee beginnt etwa 5000 v. Chr. in der Jungsteinzeit, als sich Menschen am Ufer niederließen und Siedlungen errichteten, um Ackerbau und Viehzucht zu betreiben. Ein Beweis hierfür sind die aus dieser Zeit in Resten erhalten gebliebenen neolithischen und bronzezeitlichen Ufersiedlungen, auch bekannt als Pfahlbauten, welche eine wichtige prähistorische Fundstätte darstellen und ihre Nachbauten in Unteruhldingen mit zu den bedeutendsten Kulturgütern der Bodenseeregion zählen.

Tabelle 1-1 Die wichtigsten Zuflüsse des Bodensees, Flächenanteile des Einzugsgebiets und Abflussanteile (LUFT, 1993), (GURTZ ET AL., 1997)

Bodensee-Zufluss	EZG-Flächenanteil		Abflussanteil	
	km ²	%	m ³ /s	%
Alpenrhein (Pegel Diepoldsau)	6.119	56,1	230	61,8
Bregenzerach (Mündung)	832	7,6	46,8	12,6
Argen (Mündung)	656	6,0	19,2	5,2
Rheintal-Binnenkanal (P. St. Margethen)	360	3,3	14,9	4,0
Schussen (Mündung)	822	7,5	10,7	2,9
Dornbirnerach (Pegel Lauterach)	196	1,8	4,9	1,3
Seefelder Aach (Mündung)	280	2,6	3,1	0,8
Rotach (Mündung)	130	1,2	1,8	0,5
Sonstige	1.508	13,9	37,6	10,2
Seefläche	535			
Wasseraustrag Bodensee	11.438	100	372	100

Der Fährverkehr gewann erstmals um Christi Geburt an Bedeutung und erfuhr vor allem im Mittelalter im Bereich der Personen- und Lastenbeförderung einen Aufschwung. Mit der Etablierung der Dampfschiffe im 19. Jahrhundert nahm die Handelsschifffahrt noch einmal deutlich zu, verlor aber durch den starken Ausbau der Landverkehrswege bald wieder an Bedeutung (MÜRLE ET AL., 2004). Heute wird der Bodensee überwiegend von Ausflugsschiffen genutzt. Besonders im Sommer wird auch Wassersport getrieben; es gibt zahlreiche Segel- und Motorboote. Dies stellt einen wichtigen Wirtschaftszweig dar, bringt aber unter anderem auch negative Auswirkungen auf die Biozönosen des Sees und seiner Ufer mit sich. Die Bodenseeregion zählt mit rund sechs Millionen Übernachtungen jährlich zu einer der bedeutendsten touristischen Regionen in Mitteleuropa. Zeitlich konzentrieren sich die Besucher vor allem auf die Sommermonate und geographisch auf das Nordufer, im Speziellen auf die Städte Konstanz, Friedrichshafen, Lindau, Überlingen und Bregenz.

Dem Bodensee kommt darüber hinaus eine wichtige Funktion als Trinkwasserreservoir zu. Mit dem entnommenen Rohwasser werden rund vier Millionen Menschen regional und überregional mit Trinkwasser versorgt. Der weitaus größte Teil (ca. 3,7 Mio. Personen) wird durch den Zweckverband Bodensee-Wasserversorgung beliefert. Im Geschäftsjahr 2011 wurden hierfür 126,1 Mio. m³ Rohwasser entnommen (ZWECKVERBAND BODENSEE - WASSERVERSORGUNG, 2011).

1.1.2 Der Rhein

Der Rhein entspringt im Schweizer Kanton Graubünden und mündet in den Niederlanden in die Nordsee. Mit einer Länge von rd. 1.233 km (KHR, 2015) und einem mittleren Abfluss an der Mündung von ca. 2.300 m³/s ist er der wasserreichste Nordseezufluss. Er ist mit 883 km für die Großschifffahrt nutzbaren Flusskilometern eine der verkehrsreichsten Wasserstraßen der Welt. Der Verlauf und die Gliederung des Rheins in einzelne Abschnitte sind in **Abbildung 1-1** illustriert.

Der Abfluss aus dem Tomasee in der Schweiz gilt als Quelle des Vorderrheins, welcher sich bei Reichenau mit dem Hinterrhein vereinigt und zum Alpenrhein wird, der bei Flusskilometer 94 in der Nähe von Bregenz in den Bodensee mündet. Nach Durchströmen des Bodensees verlässt der Rhein am Ende des Untersees bei Stein am Rhein den See als sogenannter Hochrhein (Abfluss aus dem Bodensee bis km 150) bei einem mittleren Abfluss von $372 \text{ m}^3/\text{s}$ (siehe **Tabelle 1-1**). Nach dem Zufluss der Aare, der Reuss und der Thur führt er im Mittel knapp $1.000 \text{ m}^3/\text{s}$ Wasser. Obwohl der Hochrhein von der Nomenklatur her hier beginnt und sich bis Basel erstreckt, startet die Kilometrierung des Rheins bereits stromaufwärts des Untersees ab der alten Rheinbrücke bei Konstanz. Der Hochrhein wurde in der Vergangenheit stark verbaut und an vielen Stellen aufgestaut. Daher ist sein Bild geprägt von Laufwasserkraftwerken und Staustufen. Die Eingriffe dienten auch der Schiffbarmachung dieses Flussabschnittes, haben aber zur Folge, dass der Fluss einen Großteil seiner natürlichen Struktur eingebüßt hat.

Bei Basel endet am sogenannten Rheinknie der Hochrhein und der Fluss fließt, bezeichnet als Oberrhein (km 150 bis 530), durch die ca. 380 km lange Oberrheinische Tiefebene Richtung Norden. Auch die Landschaft des Oberrheins hat sich im Laufe des 19. Jahrhunderts durch zahlreiche Begradigungen des Flusses stark verändert. So wurde der Lauf des Rheins beispielsweise um 80 km verkürzt, um ihn besser schiffbar zu machen. Dies zeigt sich heute durch Altarme und in den Auen. Die Südhälfte des Oberrheins bildet die Grenze zwischen Deutschland und Frankreich. Der Oberrhein ist allgemein ein wichtiger Standort zahlreicher Industrie- und Dienstleistungszentren wie Basel, Straßburg, Mannheim und Ludwigshafen. Der mittlere Abfluss dieses Abschnitts liegt bei etwa $1610 \text{ m}^3/\text{s}$.

Ab Bingen beginnt der Abschnitt des Mittelrheins (km 530 bis 660), der bis Bonn verläuft. Nach dem Zufluss der Mosel bei Koblenz führt der Rhein im Mittel $2.010 \text{ m}^3/\text{s}$ Wasser. Auf dem gesamten Abschnitt windet sich der Rhein in einem tief eingeschnittenen Tal durch das rheinische Schiefergebirge. Seit dem 19. Jahrhundert gilt diese Region aufgrund der natürlichen Ausformung der Flusslandschaft als touristischer Anziehungspunkt und seit 2002 zählt die *Kulturlandschaft Oberes Mittelrheintal* zwischen Bingen/Rüdesheim am Rhein und Koblenz zum UNESCO-Welterbe.

In Bonn beginnt der Abschnitt des Niederrheins (km 660 bis 1.033). Durch die wenigen Zuflüsse steigt der durchschnittliche Abfluss hier nur noch leicht auf $2.200 \text{ m}^3/\text{s}$ im Mittel. In den Niederlanden verzweigt sich der Lauf des Rheins in das weitläufige Rhein-Maas-Delta und mündet bei Rotterdam in die Nordsee. Die wichtigsten Deltaflüsse sind Waal, IJssel, Nederrijn, Lek, Oude Rijn, Het IJ, Haringvliet und Nieuwe Waterweg.

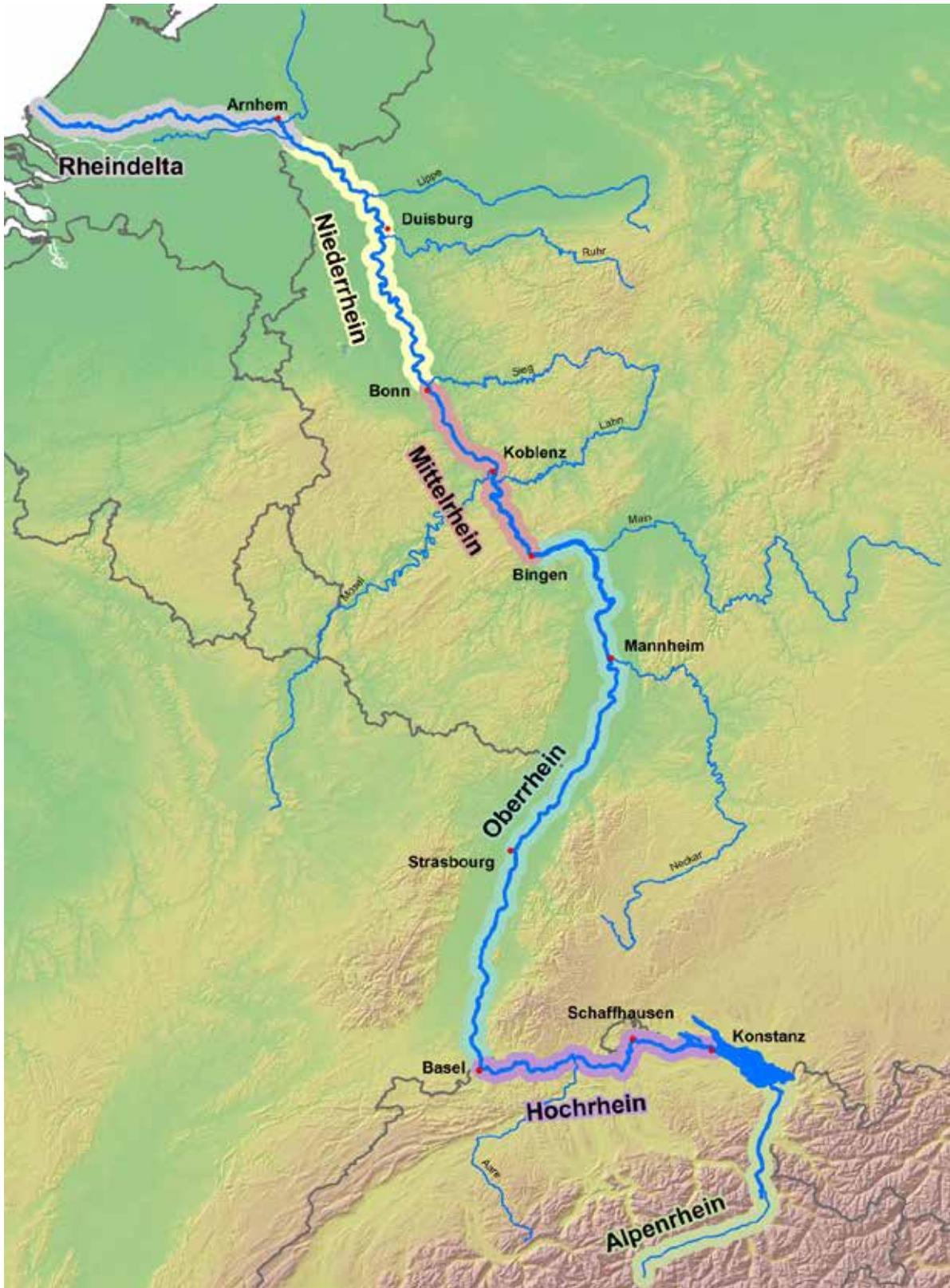


Abbildung 1-1 Verlauf und Gliederung des Rheins

1.2 Ziel der Literaturstudie

Der Wasserspiegel am Bodensee unterliegt natürlichen Schwankungen und es ergeben sich im Jahresverlauf besonders hohe und niedrige Seewasserstände. Dabei besteht ein saisonales Risiko einer Hochwasserentstehung. Deshalb ist eine technische Beeinflussung des Seewasserspiegels zum Ausgleich der jahreszeitlichen Schwankungen seit dem 19. Jahrhundert der Gegenstand fortwährender Diskussionen. Das Ziel dieser Literaturstudie ist es, alle auffindbaren Quellen, die in irgendeiner Weise eine Regulierung des Bodensees thematisieren, zu sichten und systematisch zu analysieren und zu bewerten, um einen fundierten Überblick über das vorhandene Wissen zu erhalten. Gesichtet wurden sowohl wissenschaftliche Artikel, als auch interne oder öffentliche Berichte, Gutachten und Zeitungsartikel. In der Auswertung werden dabei folgende Kategorien betrachtet:

- Hydrologische Fernwirkung der Maßnahmen
- Ökonomisches Potential für den Hoch-, Ober- und Mittelrhein
- Auswirkungen auf die Ufer des Bodensees
- Bauliche Maßnahmen für die Steuerungseinrichtungen, inkl. Wasserkraftpotential
- Soziale und politische Implikationen

1.3 Methodik

1.3.1 Historische Quellen

Die erste Anlaufstelle bei der Dokumentenrecherche war die Zentralbibliothek der TU München. Hier konnten bereits zwei wichtige Werke ausfindig gemacht und entliehen werden: *Die Regulierung des Bodensees* von Kobelt (1926) und *Gutachten über die Regulierung des Bodensee* von Bossard (1913). Weitere Literatur zu den alten Projektideen konnte im Bestand der Bayerischen Staatsbibliothek München ausfindig gemacht werden.

Im Weiteren wurde in verschiedenen Online-Suchportalen der Archive bodenseenaher Städte, wie Konstanz oder Friedrichshafen, nach weiterem verwendbarem Material gesucht. In der Schweiz wurde zuerst im Online-Portal des Schweizerischen Bundesarchivs (<https://www.swiss-archives.ch>) nach Literatur recherchiert.

Auch das Amt für Umwelt des Kantons Thurgau wurde nach Unterlagen angefragt. Diese wurden dem Staatsarchiv des Kantons Thurgau in Frauenfeld übersandt, wo sie eingesehen werden konnten. Letztlich stellte sich heraus, dass das Umweltamt den weitaus umfangreichsten Bestand an Unterlagen zur Bodenseeregulierung besitzt, die Bestandsliste kann in Anhang C-3 (ab Seite 163) gefunden werden. Diese Unterlagen konnten nur im Lesesaal eingesehen werden und bei Bedarf über das Archiv erworben werden, weshalb nur das für die Studie wichtigste Material erworben wurde. **Tabelle C - 1** und **C - 2** (ab Seite 159) im Anhang geben eine Übersicht der kontaktierten Institutionen und Personen.

1.3.2 Experteninterviews

Im Anhang sind zwei Interviews mit renommierten Wissensträgern der Diskussion enthalten.

Beide Experten wurden zu ihrer Meinung in Bezug auf die Vor- und Nachteile der Bodenseeregulierung befragt. In Anhang A wird der Inhalt der Unterhaltungen

zusammengefasst und in neutraler Form wiedergegeben. Die Meinung der Experten fließt anschließend auch bei der umfassenden Betrachtung in Kapitel 9 mit ein.

Armin Petrascheck ist heute freiberuflich in der Wasserwirtschaftsberatung tätig und war lange Zeit Sektionschef in der Gefahrenpräventionsabteilung des Schweizer Bundesamtes für Umwelt (BAFU).

Prof. Vischer ist emeritierter Professor der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW) an der ETH Zürich und hat sich während seiner Zeit als Lehrstuhlinhaber aktiv mit der Frage der Bodenseeregulierung befasst, unter anderem in: *Ideen zur Bodenseeregulierung: Ziele, Altes und Neues* (VISCHER, 1989) oder *Verminderung der Hochwasserstände im Bodensee* (VISCHER, 2001).

2 Hydrologie des Bodensees und des Rheins

2.1 Wasserspiegelschwankungen

2.1.1 Umrechnung der geodätischen Höhen

Da an den Bodensee die Länder Schweiz, Deutschland und Österreich grenzen, welche jeweils ein unterschiedliches Höhenbezugssystem verwenden, werden die verwendeten Bezeichnungen erläutert. Vor allem bei den Pegeln am Bodensee muss die Höhendifferenz zwischen dem schweizerischen Höhenbezugssystem H_{CH} und dem deutschen H_D berücksichtigt werden. Das schweizerische System bezieht sich auf den Normalwasserstand bei Marseille. Somit wird die Höhe auch in Meter über Meer [m ü. M.] angegeben. Das deutsche System hingegen bezieht sich auf den Normalwasserstand der Nordsee bei Amsterdam und wird als Meter über Normal-Null [m + NN] bezeichnet. Das österreichische Höhensystem H_{AUT} bezieht sich wiederum auf den Normalwasserstand der Adria bei Triest und wird in Meter über Adria [m ü. A.] angegeben (LANDESAMT FÜR UMWELT BADEN-WÜRTTEMBERG, 2011). Die unterschiedlichen Höhenangaben können über folgende Formel umgerechnet werden:

$$H_D [m + NN] = H_{CH} [m \text{ ü. M.}] - 0,32 [m] = H_{AUT} [m \text{ ü. A.}] - 0,25 [m]$$

2.1.2 Natürliche Wasserspiegelschwankungen

Der Seespiegel des Bodensees unterliegt natürlichen jährlichen Schwankungen des Wasserstandes von ca. 1,30 m (Mittelwert seit 1855) (LAND VORARLBERG, 2013), begründet durch die stark variierenden alpinen Zuflüsse.

Der Bodensee reagiert auf solch erhöhte oder verringerte Zuflüsse als Puffer. Die Veränderung des Wasservolumens im See wird zeitverzögert über den Ausfluss bei Rheinklingen an den Rhein abgegeben und führt zwischenzeitlich zu einer Veränderung des Wasserstandes.

Abbildung 2-1 veranschaulicht dies am Verlauf der durchschnittlichen Wasserspiegelschwankungen am Pegel Konstanz im Zeitraum zwischen 1817-2006 und setzt sie in Relation zu den monatlich höchsten (mHW) und monatlich niedrigsten (mNW) je gemessenen Wasserständen.

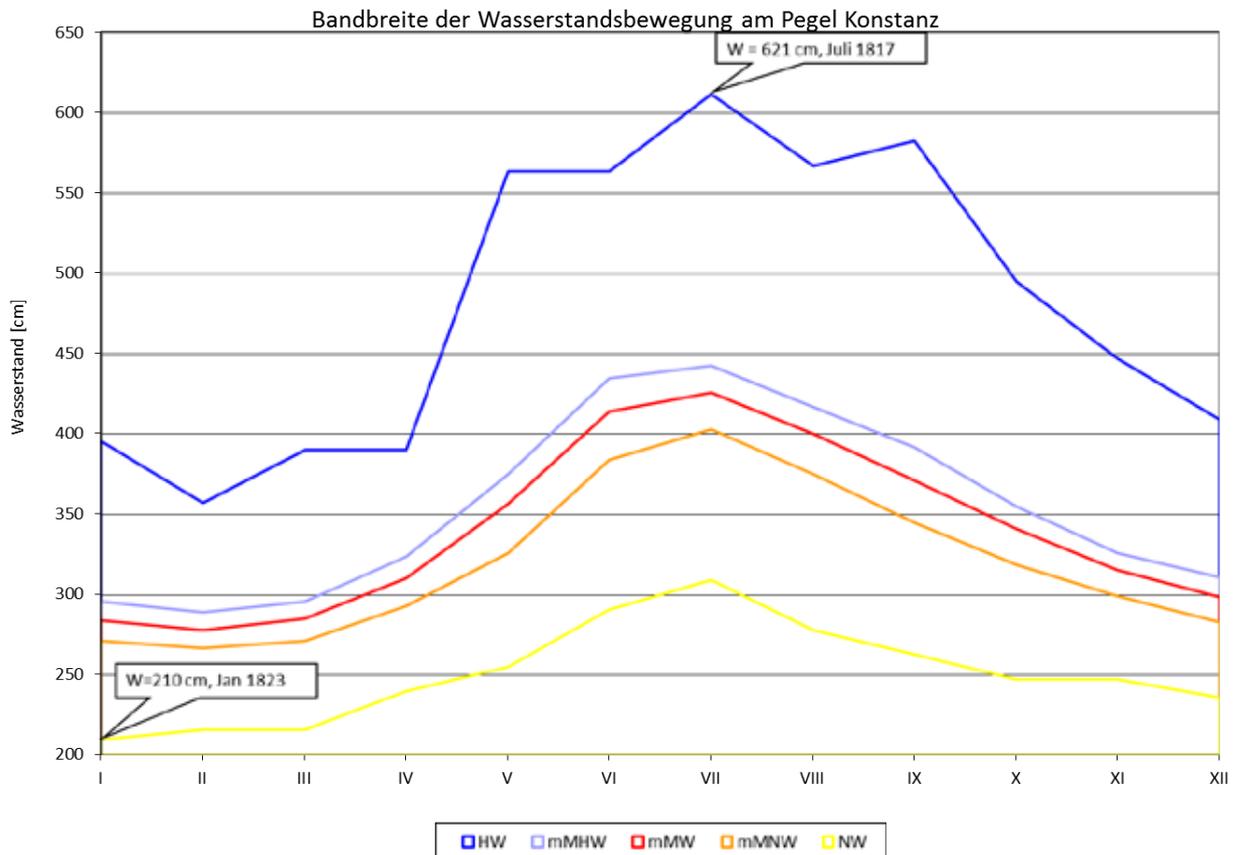


Abbildung 2-1 Bandbreite der Wasserstandsbeziehung am Pegel Konstanz/Bodensee im Jahresverlauf, Bezugsperiode 1817-2006 (Quelle: BfG); Abkürzungen in der Legende, siehe Abkürzungsverzeichnis Seite xi

Die historisch erfasste maximale Differenz zwischen Hoch- und Niedrigwasser beträgt am Pegel Konstanz 4,02 m ($HHW_{07.07.1817} = 6,12$ m; $NNW_{01.1823} = 2,10$ m) (BUNDESANSTALT FÜR GEWÄSSERKUNDE, 2016). Ab einem Pegelstand von 4,80 m spricht man von einem Hochwasser, welches bereits kleinere Schäden am Ufer verursachen kann; die amtlichen Warnungen beginnen ab einem Pegel von 4,50 m. Da der Wasserstand in den Sommermonaten von Natur aus erhöht ist, kommt es vor allem dann, bedingt durch sommerliche Extremwetterereignisse, zu Hochwassern und Überflutungen der Uferbereiche.

2.2 Entwicklungen im Abflussregime des Rheins

Im folgenden Kapitel wird kurz das Abflussregime des Rheins charakterisiert. Des Weiteren werden mögliche zukünftige Trends aufgezeigt, welche die Bedeutung einer möglichen Regulierung des Bodensees veranschaulichen können.

2.2.1 Hydrologische Charakteristik des Abflussregimes

Im Rheingebiet im Bereich der Alpen herrscht ein nivales Abflussregime vor, welches jeweils durch ein Minimum im Spätwinter und ein Maximum im Juni/Juli bei einer sehr hohen

Amplitude im Jahresgang gekennzeichnet ist. Ausschlaggebend hierfür ist das saisonale Wechselspiel zwischen Frost- und Schmelzprozessen. Die Niederschläge fallen in der kalten Jahreszeit im Alpenraum zumeist in fester Form und werden als Schnee und Eis zwischengespeichert. Das so gebundene Wasser steht dem Wasserkreislauf zeitweise nicht zur Verfügung. Dadurch sinken die Monatsmittel der Abflüsse im Februar, dem niederschlagärmsten Monat, bei Pegel Domat/Ems auf $66 \text{ m}^3/\text{s}$ und bei Pegel Diepoldsau auf $119 \text{ m}^3/\text{s}$ (jeweils Mittel 2006-2015). Die umfassende Schneeschmelze beginnt im Alpenraum, wenn in größeren Höhen die Temperaturen ansteigen. Dies ist erst ab dem Spätfrühling der Fall. Dann gelangt das zwischengespeicherte Schneewasseräquivalent in den Alpenrhein und bewirkt hohe Wasserstände und Abflüsse. Zusätzlich überlagert sich der Schmelzwasserabfluss mit den tendenziell höheren Sommerniederschlägen. In der Zeit zwischen Mai und September steigt der mittlere Abfluss deshalb auf ca. $167 \text{ m}^3/\text{s}$ bei Pegel Domat/Ems und auf $325 \text{ m}^3/\text{s}$ bei Pegel Diepoldsau (jeweils Mittel 2006-2015) (BAFU, 2016).

Bereits im Hochrhein schwächt sich dieses nivale Abflussregime durch die ausgleichende Wirkung des Bodensees etwas ab, was sich v. a. in einer flacheren Amplitude der Abflüsse zeigt. Nach Basel, im Bereich des Oberrheins, gerät das Abflussregime des Rheins immer stärker unter maritim-pluvialen Einfluss, d.h. es wird zunehmend durch den jahreszeitlichen Niederschlags- und Verdunstungsgang geprägt. Die Minima dieser Regime konzentrieren sich auf den Spätsommer und Frühherbst, die Maxima liegen im Spätwinter. Mit zunehmendem maritimem Einfluss verschiebt sich das Maximum auf die zentralen Wintermonate im Januar und Februar. Die Überlagerung vollzieht sich dabei allmählich, da die Zuflüsse des Rheins wesentlich weniger Wasser führen als der Rhein selbst; erst in der Summe ergibt sich die Überlagerung.

In **Abbildung 2-2** sind die verschiedenen Abflussregime des Rheins im Vergleich dargestellt. Darin ist zu erkennen, wie sich das nivale Regime bei Basel abschwächt und zu einem kombinierten nival-pluvialen Regime im Bereich des Niederrheins abändert. Als weiterführende Literatur sei hier v. a. auf Belz et al. (2007) verwiesen.

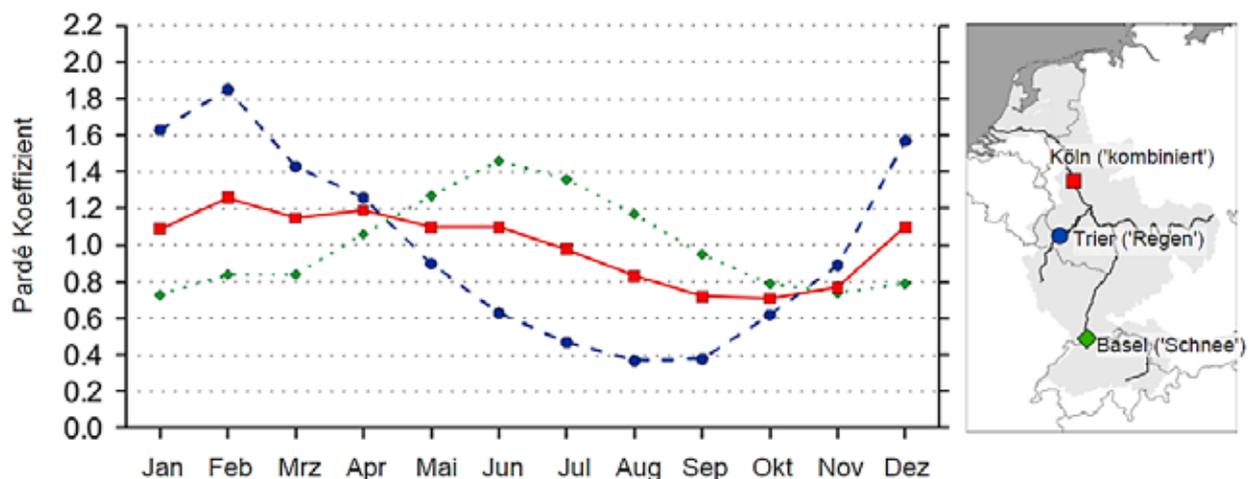


Abbildung 2-2 Typisches Abflussregime im Rheineinzugsgebiet nach Pardé; Referenzzeitraum 1961-1990 (INTERNATIONALE KOMMISSION ZUM SCHUTZ DES RHEINS, 2011)

2.2.2 Veränderung des Abflusses im 20. Jahrhundert

Nach Vorlage des umfassenden KHR-Berichts I-22 über die Änderungen des Abflussregimes im Rheingebiet (BELZ et al., 2007) publizierte die INTERNATIONALE KOMMISSION ZUM SCHUTZ DES RHEINS (2009) eine umfangreiche Literatursynopse anhand zahlreicher Fachbeiträge der Jahre 1997 bis 2009 zu diesem Thema. Die wesentlichen Erkenntnisse werden kurz wiedergegeben.

Hinsichtlich der Temperaturen im Rheineinzugsgebiet der Alpen kommt die Studie zu dem Ergebnis, dass besonders die Wintertemperaturen in den letzten 100 Jahren um ca. 1,0 bis 1,6°C angestiegen sind. Im Sommer erhöhte sich die Temperatur nur um rund 0,6 bis 1,0°C. Im Jahresmittel folgt eine Erhöhung um 0,6 bis 1,2°C. Daraus resultieren ein Rückgang der Gletscher und eine Verschiebung der Schneefallgrenze in höhere Lagen. Im Rheineinzugsgebiet als Ganzem haben die Niederschläge von 1901 bis 2000 zugenommen, was sich hauptsächlich auf eine starke Erhöhung der winterlichen Niederschläge zurückführen lässt. Eine ähnliche Entwicklung zeigt sich auch an den Zuflüssen des Rheins. Im Sommer hingegen sind kaum signifikante Änderungen festzustellen.

Als Konsequenz aus der Temperatur- und Niederschlagserhöhung und der verminderten Schneespeicherung im Winter erhöhen sich die durchschnittlichen monatlichen Abflusswerte im Winterhalbjahr. Ebenso verringern sich die mittleren Sommerabflüsse im Sommerhalbjahr, womit sich die innerjährliche Variabilität der Abflüsse am Hoch- und Oberrhein vermindert, der mittlere Gesamtabfluss bleibt jedoch konstant. Im Bereich des Mittel- und Niederrheins wirken sich die Klimaveränderungen und die damit verbundene Abflusserhöhung verschärfend auf die Hochwassersituation aus, da die Mittelgebirge einem pluvialen Abflussregime mit typischen Winterhochwasserereignissen unterliegen.

Alpen- und Hochrhein

Zwar ergibt eine Betrachtung der mittleren Abflüsse keinen deutlichen Trend in Richtung Ab- oder Zunahme, eine gesonderte Analyse der Sommer- und Winterabflüsse zeigt jedoch eine signifikante Zunahme der Winterabflüsse und eine Abnahme der Sommerabflüsse, wie in

Abbildung 2-3 veranschaulicht.

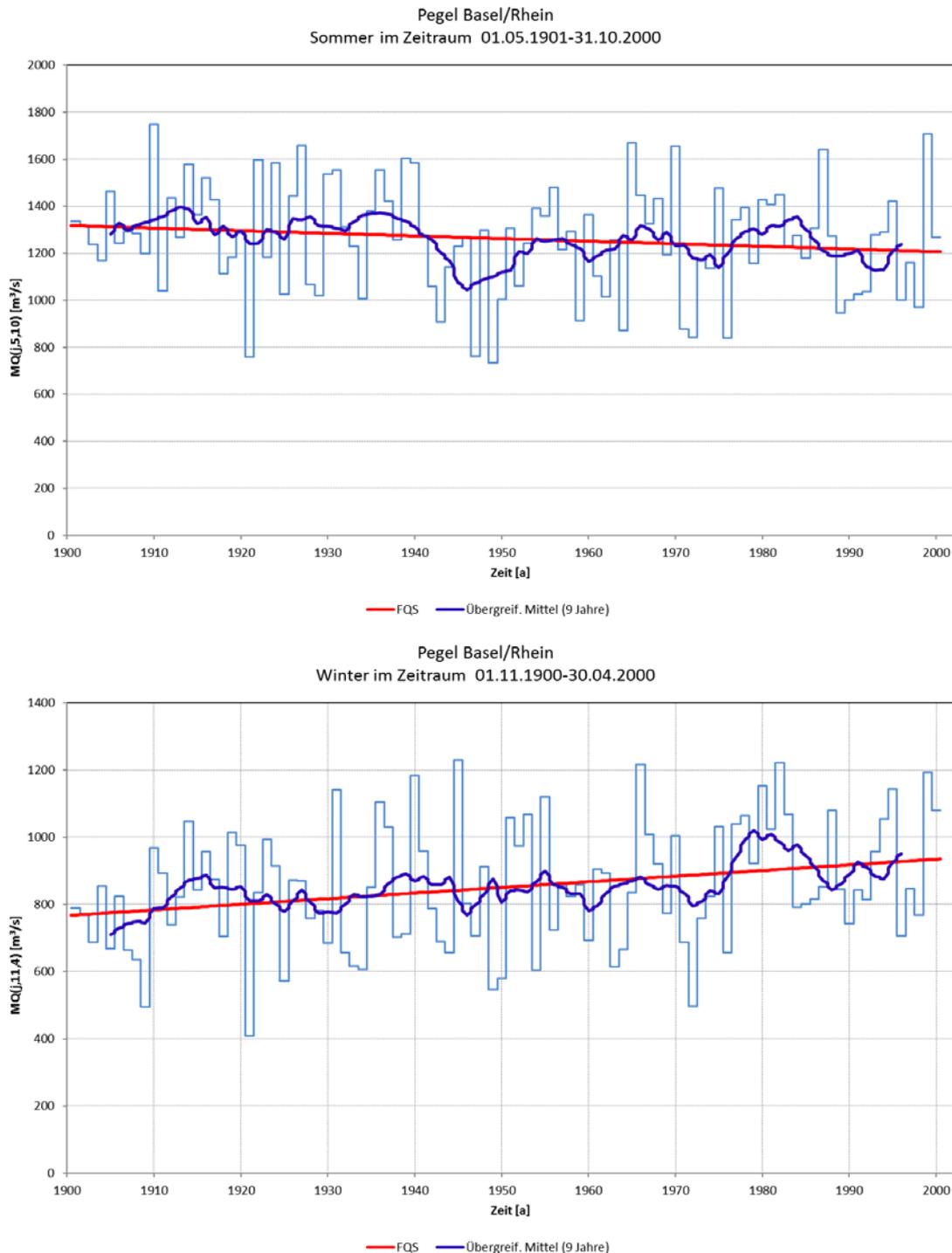


Abbildung 2-3 Veränderung des Abflusses bei Basel im Zeitraum 1901-2000 im Sommer- (oben) und Winterhalbjahr (unten) (BELZ ET AL., 2007)

Die Veränderung im Abflussregime lässt sich aber nicht alleine auf eine Ab- oder Zunahme der Niederschläge im Alpen- und Hochrheineinzugsgebiet zurückführen. Sie ist auch eine Konsequenz des winterlichen Temperaturanstiegs und der Verschiebung der Schneefallgrenze in höhere Lagen, da hierbei in den Wintermonaten der Niederschlag vermehrt als Regen fällt und damit unmittelbar zum Abfluss im Winter beiträgt. Früher wurde er in Form von Schnee zwischengespeichert und stand dem Abfluss erst während der Schmelzphase in den Sommermonaten zur Verfügung. Weitere Gründe sind eine indirekte Abflussregulierung

im Alpenrhein durch den Rückhalt in Talsperren, welche seit den 1950er-Jahren gebaut wurden. Hierauf wird in Kapitel 2.4 noch näher eingegangen. Die Zunahme des Abflussvolumens aufgrund des Gletscherrückgangs hat Abschätzungen in BELZ ET AL. (2007) zufolge jedoch nur einen marginalen Einfluss von ca. 1,2 % des mittleren Abflusses am Pegel Basel. Diese Zunahme würde sich lediglich in den Sommermonaten als abmildernder Effekt bei den sinkenden Sommerabflüssen bemerkbar machen.

Oberrhein

Der Abfluss ab dem Oberrhein wird stark durch die Aare geprägt, welche bereits bei Koblenz (CH) in den Hochrhein mündet und von dort den größeren Anteil zum Rheinabfluss beiträgt. Des Weiteren münden noch weitere kleinere Zuflüsse aus dem Schwarzwald und den Vogesen sowie Neckar und Main in den Oberrheinabschnitt. Sowohl das Neckar- als auch das Maininzugsgebiet sind dem pluvialen Typ zuzuordnen, jedoch sind sie auch in der Summe zu abflussschwach, um dem Rhein ein gänzlich pluviales Regime aufzuzwingen. Infolge höherer Niederschläge im Winter steigen ihre mittleren Abflüsse in dieser Saison deutlich an, was auch im Rhein zu einer weiteren Zunahme der Abflüsse im Winter führt. Die Niederschläge in diesen Gebieten sind im Verlauf des 20. Jahrhunderts im Frühjahr konstant geblieben, dennoch erhöhen sich die Abflüsse. Der Grund dafür ist unter anderem die früher einsetzende Schneeschmelze in den Hochlagen von Schwarzwald und Vogesen (BELZ ET AL., 2007).

Mittel- und Niederrhein

Der Mittelrhein beginnt unterhalb der Mainmündung bei Bingen. Von dort an gewinnen die pluvialen Einflüsse an Dominanz; dieses Phänomen verstärkt sich am Niederrhein weiter. Mit Ausnahme der Sommerhalbjahre konnte ein ansteigender Trend bei den Gebietsniederschlägen für die Rheinpegel zwischen Kaub und Lobith festgestellt werden (BELZ ET AL., 2007). Im Laufe des 20. Jh. ist deshalb hier der mittlere Abfluss des Rheins angestiegen, am stärksten im Mittelrheinabschnitt unterhalb der Moselmündung (Steigerung um rd. 13 %).

2.2.3 Zukünftige Veränderung des Abflusses

Wie aus dem 5. *Sachstandsbericht des Klimarates der Vereinten Nationen* (BARROS, 2013) hervorgeht, hat sich das globale Klima in den vergangenen 60 Jahren eindeutig verändert. Die Luft- und Meerestemperaturen haben sich erhöht, was wiederum eine Veränderung des regionalen Niederschlags und ein verstärktes Abschmelzen permanenter Schneebedeckung zur Folge hat.

Auf regionaler Ebene bleibt das Rheineinzugsgebiet davon nicht verschont. Zum Klimawandel und seinen Folgen für die Gewässer im Rheingebiet gibt es bereits eine Vielzahl an Publikationen. Eine Zusammenfassung und einen Überblick hierzu gibt das KHR-Projekt RheinBlick2050 (GÖRGEN ET AL., 2010)

Eine Modellierung der zukünftigen Abflüsse des Rheins fand beispielsweise im niederländischen Projekt ACER (TE LINDE ET AL., 2010) statt, in welchem Abflüsse bis zum Jahr 2100 simuliert wurden. Im Projekt KLAVE (RICHTER ET AL., 2009) wurden Abflüsse an verschiedenen Pegeln in Nordrhein-Westfalen simuliert. Die umfangreichste Simulation und Zusammenfassung der Abflüsse bis 2050 fand im Rahmen des KHR-Projektes RheinBlick2050 (GÖRGEN ET AL., 2010) statt, bei dem verschiedenste gewässerkundliche

Institutionen des Rheingebiets aus Deutschland, Frankreich, Luxemburg, den Niederlanden, Österreich und der Schweiz mitwirkten. Aus den Szenarienstudien in Görger et al. (2010) und aus der Internationalen Kommission zum Schutz des Rheins (2011) geht hervor, dass an den Pegeln Basel, Maxau, Worms, Kaub, Köln und Lobith vor allem der mittlere winterliche (November bis April) Abfluss in der nahen Zukunft (bis 2050) um bis zu 25 % steigen kann. In der fernen Zukunft (bis 2100) kann dieser Abfluss sogar um 40 % gegenüber dem Mittelwert aus der Datengrundlage von 1961 bis 1990 steigen. Demgegenüber steht eine Abnahme der sommerlichen (Mai bis Oktober) mittleren Abflüsse von bis zu 25 % in der fernen Zukunft.

Das Projekt KLIWAS (BUNDESANSTALT FÜR GEWÄSSERKUNDE, 2013) ist ein weiteres Forschungsvorhaben, in welchem unter anderem die künftigen Veränderungen im Abflussregime des Rheins behandelt werden. Auch hieraus geht hervor, dass sich in der nahen (2021 bis 2050) und fernen Zukunft (2071 bis 2100) die Abflüsse entlang des gesamten Rheins im hydrologischen Sommer (Mai bis Oktober) tendenziell reduzieren werden. Während die Hochrechnungen in naher Zukunft eher indifferent sind, wird in der fernen Zukunft eine Abnahme der mittleren Abflüsse zwischen 10 % und 25 % prognostiziert. Im hydrologischen Winter ist von einer Zunahme von 0 % bis maximal 20 % in naher und von 5 % bis 25 % in ferner Zukunft auszugehen (BUNDESANSTALT FÜR GEWÄSSERKUNDE, 2013).

2.2.4 Tendenzen des Bodensee-Wasserstandes

Seit den letzten 60 Jahren zeichnet sich eine Veränderung der Bodensee-Wasserstände ab. Ob diese Veränderung ausschließlich Temperatur- und Niederschlagsveränderungen in den Einzugsgebieten zuzuschreiben ist, ist unklar. Tatsache ist jedoch, dass ein negativer Trend hin zu sinkenden Wasserständen besteht (OSTENDORP, 2011).

In der Zukunft soll der zu erwartende durchschnittliche Wasserstand nach Ostendorp (2011) alle hundert Jahre um jeweils ca. 6,6 cm fallen, womit Niedrigwasser-Phasen zunehmen könnten. Durch den globalen Temperaturanstieg, der sich auch in den Alpen und im Rheineinzugsgebiet bemerkbar macht, verschiebt sich die Schneefallgrenze in höhere Lagen. Dies hat zur Folge, dass die niedrigen Winterabflüsse zunehmen, während die sommerliche Wasserführung der Alpenzuflüsse des Bodensees abnehmen wird. „Gleichzeitig haben die in den Gletschern gebundenen Wasserreserven in 100 Jahren um rund 50 Kubikkilometer abgenommen. Diese Verminderung des Gletschervolumens hat im Durchschnitt mit 12 mm/a (bzw. 1,2%) zum Abfluss beigetragen“ (OCCC/PROCLIM, 2007, S. 12). Allgemein wird davon ausgegangen, dass extreme Hochwasser, speziell im Winter, zunehmen werden und dass die jährliche Fluktuation des Seespiegels zurückgehen wird (OSTENDORP ET AL., 2007; OCCC/PROCLIM, 2007).

Mehr noch als der Klimawandel beeinflusst den Bodenseewasserspiegel die Regulierung der Alpenflüsse. Die meisten Speicher wurden in den 1950er Jahren erbaut und fassen im Alpenrhein-Einzugsgebiet ca. 790 Mio. m³/s. Deren Bewirtschaftung nach ökonomischen Gesichtspunkten der Wasserkraft trägt auch signifikant zu einer Änderung im Abflussregime des Alpenrheins bei, was wiederum Auswirkungen auf die Schwankungen des Bodenseewasserstandes mit sich bringt. Die Abflussspitzen im Februar stiegen somit am Pegel Domat/Ems von ca. 50 m³/s auf über 150 m³/s an (Ausführliche Beschreibung in Kapitel 2.4) (HUNZIKER & ZARN, 2012).

Eine ausführliche Studie des Landesamtes für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (2011) zum Langzeitverhalten des Bodenseewasserstandes analysiert die

Wasserstandsdaten von 1888 bis 2007. Daraus geht hervor, dass sowohl der mittlere jährliche Wasserstand (MW) als auch der mittlere Hochwasserstand im hydrologischen Sommerhalbjahr (MW_{SoHj}) einen hochsignifikant fallenden Trend aufweisen. Dabei fällt der MW tendenziell um 0,21 cm/a und der MW_{SoHj} um 0,32 cm/a. Sollte dieser Trend anhalten, muss besonders im Sommerhalbjahr mit sinkenden Wasserständen am Bodensee gerechnet werden.

2.3 Extremereignisse

In diesem Abschnitt soll kurz auf vergangene Hoch- und Niedrigwasserereignisse sowohl am Rhein als auch am Bodensee eingegangen werden und Zusammenhänge im System aufgezeigt werden. Er soll lediglich einen Überblick zu den Pegelständen, Abflüssen und Wiederkehrintervallen geben und ist nicht als vertiefte Hochwasseranalyse zu verstehen.

2.3.1 Extreme Hochwasserstände an Bodensee und Rhein

Bodensee

Aufgrund der hydrologischen Bedingungen, wie sie in Kapitel 1.1.1 erläutert wurden, finden Hochwasserereignisse am Bodensee und am Hochrhein fast ausschließlich in den Sommermonaten statt.

Der Bodensee ist zwar als zusammenhängender Wasserkörper zu verstehen, dennoch herrscht bei Hochwasser eine Spiegeldifferenz zwischen Ober- und Untersee von ca. 25 cm. Hier wird lediglich auf die Werte des Bodensee-Obersees eingegangen, denn ein Hochwasser am Obersee zieht zwangsläufig auch ein Hochwasser am Untersee mit sich. In der historischen Literatur wird meist Bezug auf den Pegel Rorschach genommen, beispielsweise in KOBELT (1926). Dieser Pegel wird heutzutage nicht mehr verwendet, dafür wird auf den offiziellen Seiten (z.B. HOCHWASSER-VORHERSAGE-ZENTRALE (2014) deren Bodensee-Wasserstandsinformationen von den Dienststellen der Länder Baden-Württemberg (LUBW), der Schweiz (BAFU) und Vorarlberg (Vorarlberger Landesregierung, Abteilung Wasserwirtschaft) gemeinsam herausgegeben werden) die absolute Spiegelhöhe am Pegel Konstanz am Bodensee herangezogen. Zur Vergleichbarkeit gibt Tabelle 2-1 einen Überblick über die Wasserstände (im jeweiligen Höhenbezugssystem) verschiedener Wiederkehrperioden an den Pegeln Konstanz, Bregenz und Romanshorn.

Tabelle 2-1 Statistik der Jahreshochwasser für den Bodensee-Obersee auf der Basis homogenisierter Seewasserstände von 1817 bis 2006 (HOCHWASSER-VORHERSAGE-ZENTRALE, 2014)

Jährlichkeit [Jahre]	Wasserstand am Seepiegel		
	Konstanz [m + NN] Amsterdam	Bregenz [m ü. A] Triest	Romanshorn [m ü. M.] Marseille
2	396,49	396,74	396,81
10	397,01	397,26	397,33
20	397,20	397,45	397,52
50	397,42	397,67	397,74
100	397,57	397,82	397,89
Pegelnullpunkt	391,89	392,14	-

Ab einem Wasserstand von 4,80 m am Pegel Konstanz (396,69 m + NN, 397,01 m ü. M., 396,94 m ü. A.) spricht man von einem Hochwasser am Bodensee, welches in manchen Gemeinden und Uferabschnitten bereits geringfügige Schäden verursachen kann (HIEBER, 2014). Nach Kobelt (1926) treten Schäden erst ab einem Wasserstand von 397,14 m ü. M. (396,82 m + NN, 397,07 m ü. A.) auf, auch Vischer (1989) verwendet diese Marke in seiner Hochwasserstatistik und errechnet anhand der historischen Ereignisse eine Wiederkehrwahrscheinlichkeit solcher Wasserstände von unter vier Jahren (vgl. **Abbildung 2-4**). Diese Tatsache führt er auch als Hauptargument für eine Regulierung an.

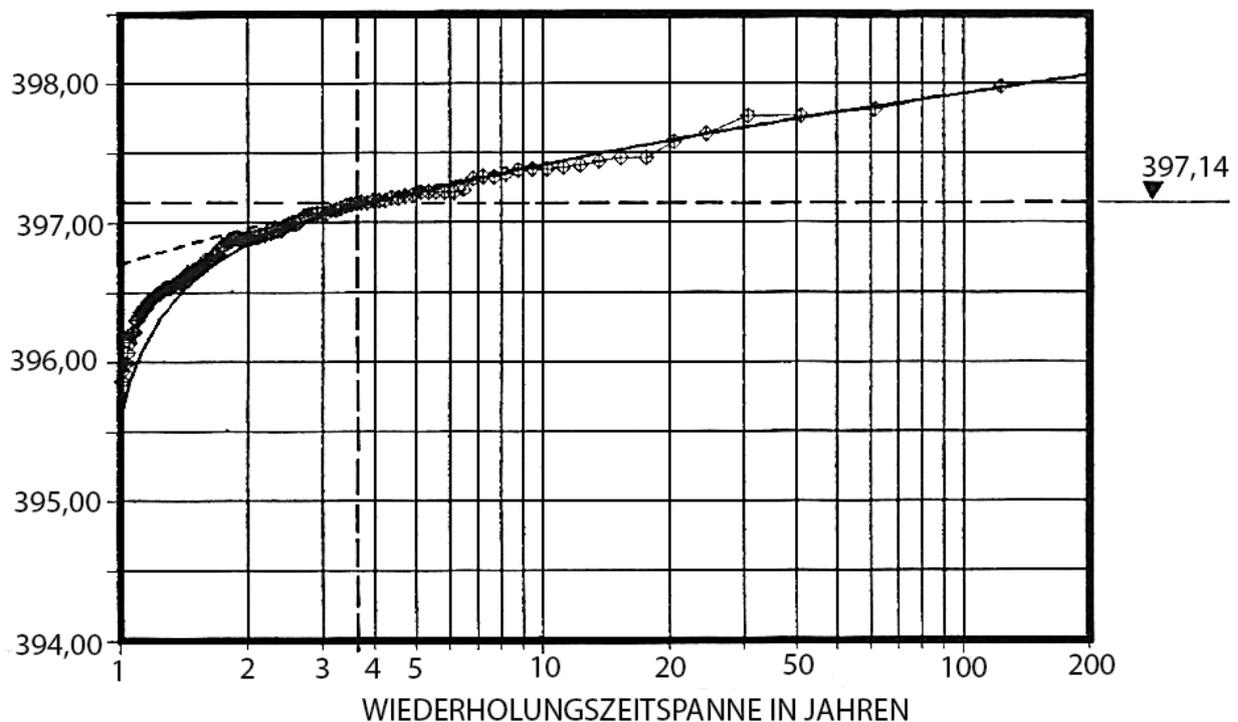


Abbildung 2-4 Wiederkehrwahrscheinlichkeit schädlicher Hochwasserstände am Bodensee-Obersee [m ü. M] (VISCHER, 1989)

Eines der bedeutendsten Hochwasser am Bodensee aus jüngerer Zeit ereignete sich 1999. Zwischen 24.05.1999 und 11.06.1999 erreichte der Wasserspiegel dabei einen Stand von 5,65 m (397,54 m + NN) am Pegel Konstanz, womit es in die Kategorie eines hundertjährigen Hochwassers einzuordnen ist. Insgesamt wurden dabei mehr als 33 km² überschwemmt, mitunter einige Gemeinden und Teile der Bregenzer Innenstadt. Abbildung 2-5 zeigt die Überschwemmung in der Nähe des Bregenzer Bahnhofs.



Abbildung 2-5 Überschwemmung Bregenz, Inselstraße, 25.05.1999 (MATHIS, 2016)

Der Schaden allein auf der Seite Baden-Württembergs belief sich dabei auf mehr als 80 Mio. DM. Der höchste je verzeichnete Wasserstand ereignete sich am 7. Juli 1817 mit einer Höhe von 398,57 m ü. M. (HOCHWASSER-VORHERSAGE-ZENTRALE, 2014). Der Spiegel lag dabei von 11. Juni bis 7. September, beinahe zwei Monate, über der Schadensgrenze von 397,14 m ü. M. Einen Überblick über weitere historische Hochwasser am Bodensee gibt **Tabelle 2-2**.

Tabelle 2-2 Bedeutende historische Hochwasserstände am Bodensee-Obersee (KOBELT, 1926; HOCHWASSER VORHERSAGE-ZENTRALE, 2014)

Historische Oberseehochwasser	Pegel Konstanz [m + NN]	Pegel Romanshorn [m ü. M.]	Zeitraum des Hochwasserstandes über der Schadensmarke
7. Juli 1817	398,25	398,57	11. Jun. bis 7. Sept.
18. August 1821	397,80	398,12	13. Aug. bis 5. Sept.
3. September 1890	397,66	397,98	14. Jul. bis 17. Aug.
11. Juni 1999	397,54	397,86	15. Mai bis 2. Jul.
17. Juni 1876	397,48	397,80	12. Jun. bis 22. Jul.
28. Juni 1910	397,45	397,77	15. Jun. bis 28. Jul.
13. Juli 1916	397,12	397,44	28. Jun. bis 27. Jul.

Rhein

Zunächst ist anzumerken, dass ein Hochwasserereignis am Rhein nicht zwangsläufig für die gesamte Rheinstrecke gilt. So ist ein Hochwasser am Mittelrhein beispielsweise nicht automatisch mit einem Hochwasser am Hochrhein verbunden. Hingegen zieht ein Hochwasser am Bodensee in der Regel ein Hochwasser am Hochrhein mit sich (vgl. in **Abbildung 2-6** die jährlichen Hochwasserstände am Bodensee mit den jährlichen Maximalabflüssen am Pegel Rekingen am Hochrhein in **Abbildung 2-7**), welches aber wiederum nicht zwangsläufig mit Hochwasserständen am Mittelrhein in Zusammenhang stehen muss. Es ist also davon auszugehen, dass die in **Tabelle 2-2** aufgeführten Hochwasserstände am Bodensee auch zu Überschwemmungen am Hochrhein geführt haben. Davon hauptsächlich betroffen war die Stadt Schaffhausen. Wie aus Kobelt (1926) hervorgeht, stieg der Hochrhein bei einem maximalen Abfluss von 1080 m³/s auf ca. 80 cm über die vom Kanton Thurgau festgelegte Wasserhöhe von 390,90 m ü. M. (390,58 m + NN am Pegel Schifflände¹ in Schaffhausen), unterhalb der ein schadensfreier Abfluss gewahrt bliebe. Ein solch hoher Abfluss wurde beispielsweise beim Hochwasser von 1890 erreicht und hat Schäden an den Ufern Schaffhausens verursacht.

Die größten Hochwasserereignisse im Bereich des Mittelrheins ereigneten sich 1925, 1970, 1993 und 1995. Ihnen allen ist gleich, dass sie in den Wintermonaten zwischen Dezember und Februar aufgetreten sind und dass die eigentliche Hochwassersituation am Rhein erst flussabwärts des Pegels Worms, also nach Einmünden des Mains und der Mosel auftraten. **Abbildung 2-8** bis **Abbildung 2-11** zeigen die Ganglinien des Hochwasserabflusses an verschiedenen Pegeln.

¹ Früherer Pegel in Schaffhausen. Heute wird der Pegel Neuhausen Flurlingerbrücke verwendet.

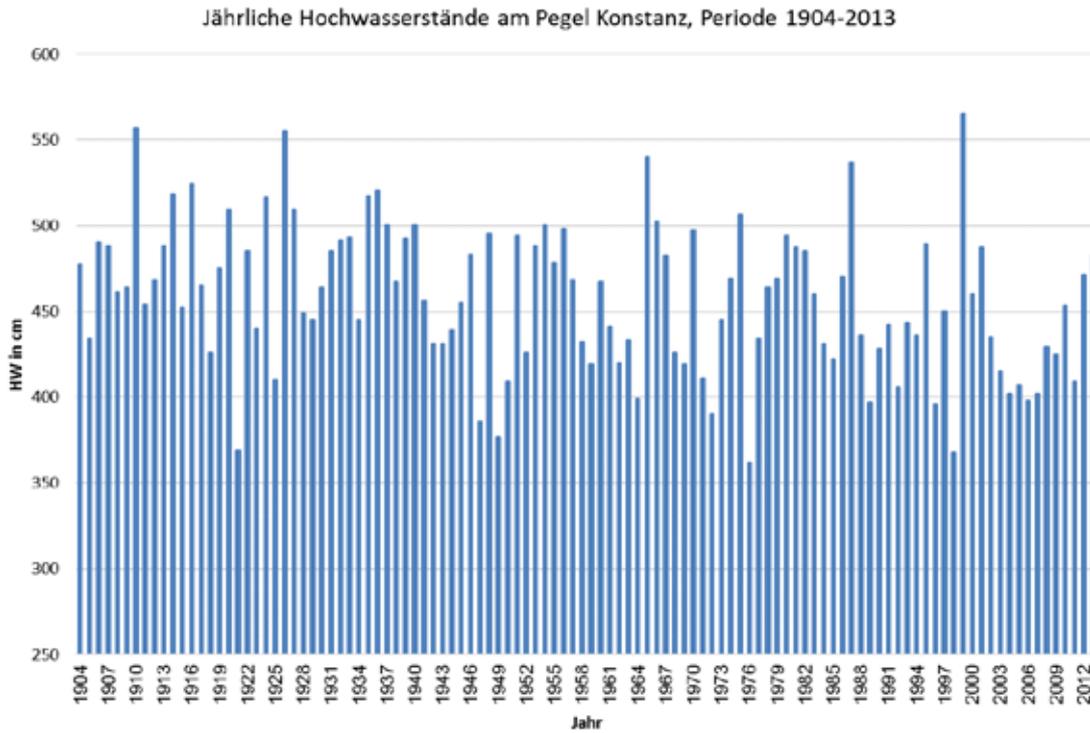


Abbildung 2-6 Jährliche Hochwasserstände am Pegel Konstanz/Bodensee im Zeitraum 1904-2013

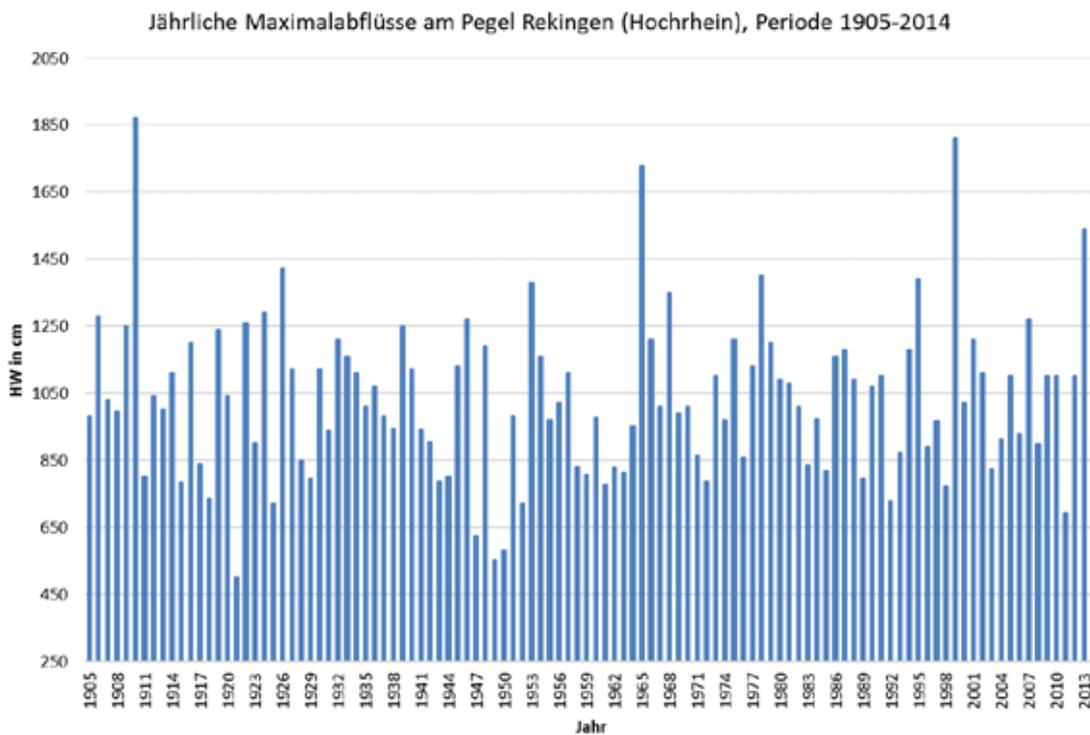


Abbildung 2-7 Pegel Rekingen am Hochrhein: Jährliche Maximalabflüsse im Zeitraum 1905-2014

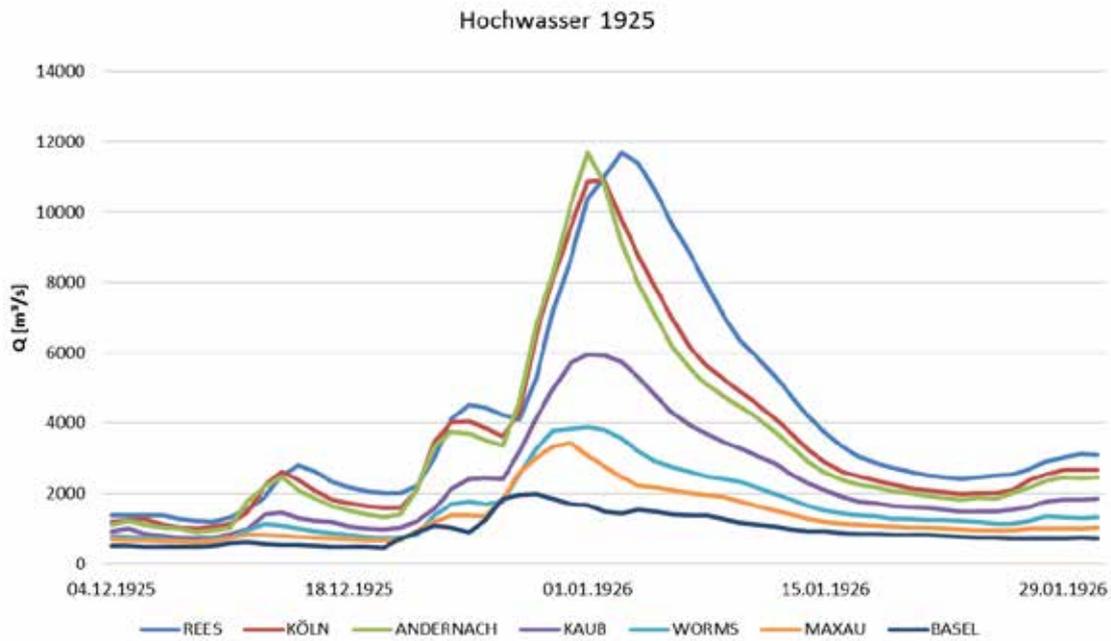


Abbildung 2-8 Ganglinie des Hochwassers von 1925 (Datenquelle: Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV), bereitgestellt durch die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG))

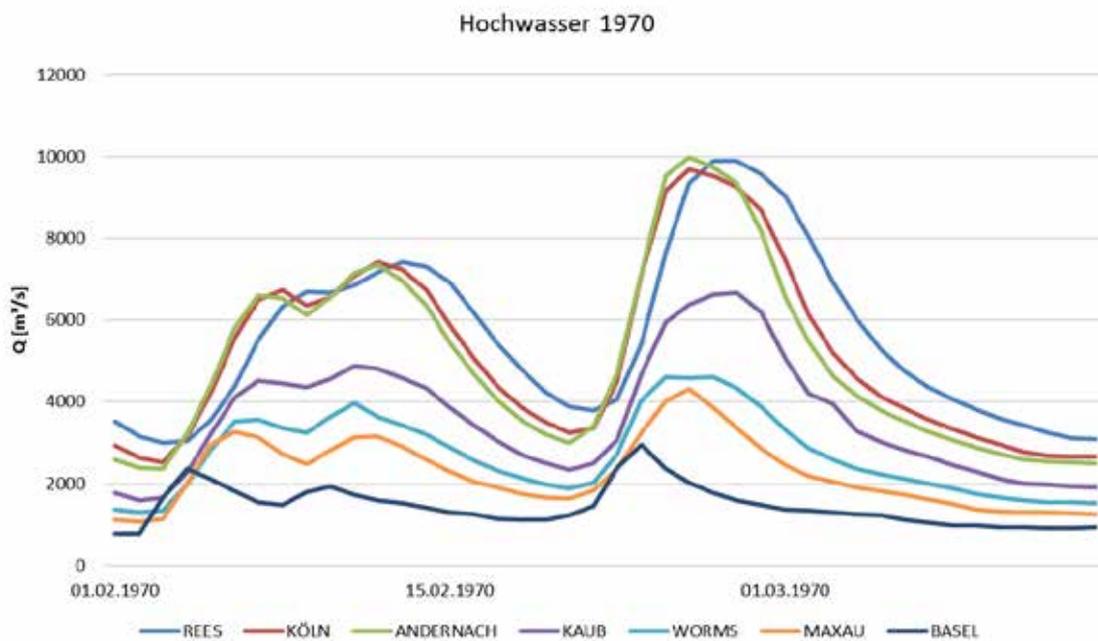


Abbildung 2-9 Ganglinie des Hochwassers von 1970 (Datenquelle: WSV, bereitgestellt durch die Bundesanstalt für Gewässerkunde)

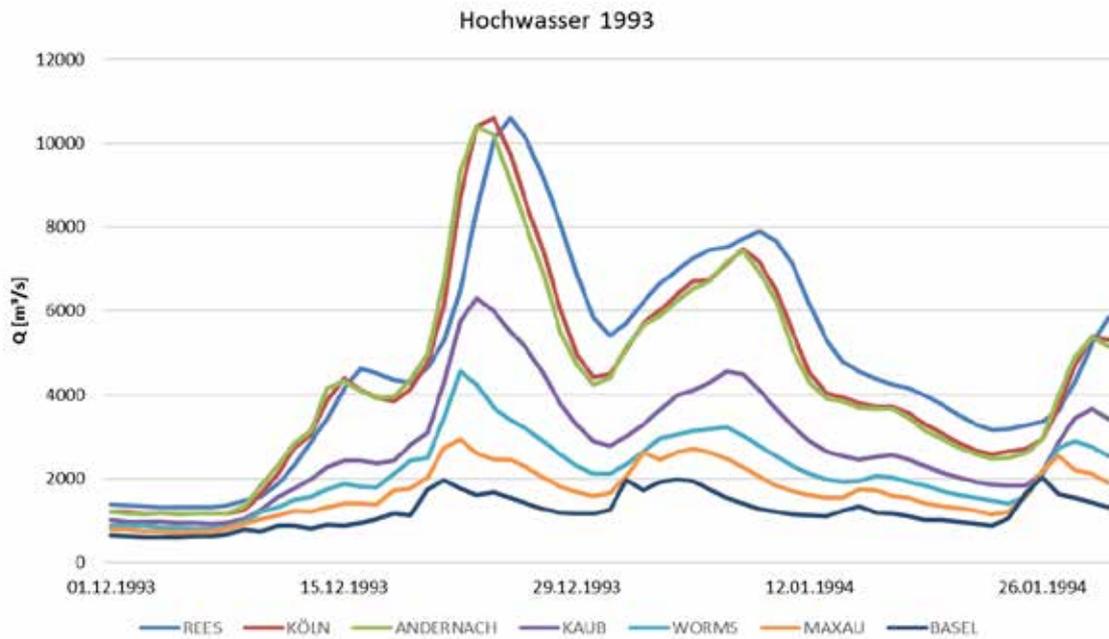


Abbildung 2-10 Ganglinie des Hochwassers von 1993 (Datenquelle: WSV, bereitgestellt durch die Bundesanstalt für Gewässerkunde)

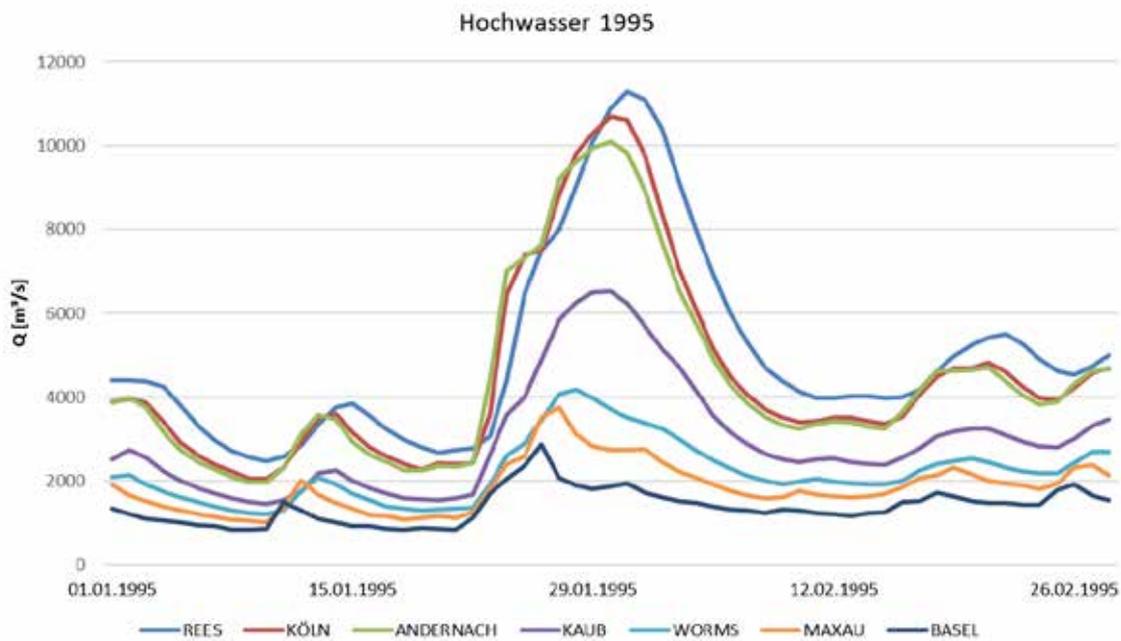


Abbildung 2-11 Ganglinie des Hochwassers von 1995 (Datenquelle: WSV, bereitgestellt durch die Bundesanstalt für Gewässerkunde)

In Tabelle 2-3 werden die Abflüsse der vier Hochwasserereignisse an einigen Pegeln untereinander und mit den gewässerkundlichen Hauptwerten verglichen. Für weitere, detailliertere Informationen zu den Pegeln und Extremereignissen sei hier die Seite *Datengrundlagen zur Einordnung und Bewertung hydrologischer Extreme* (<http://undine.bafg.de/servlet/is/13870/>) der Bundesanstalt für Gewässerkunde empfohlen.

Tabelle 2-3 Vergleich der Abflüsse verschiedener Hochwasserereignisse am Rhein (BUNDESANSTALT FÜR GEWÄSSERKUNDE, 2016)

Pegel	Abfluss Hochwasserereignisse [m ³ /s]				Gewässerkundliche Hauptwerte [m ³ /s]						
	1925	1970	1993	1995	NQ	MNQ	MQ	MHQ	HQ	HQ ₁₀₀	Bezugszeitraum
Basel	2190	3190	2180	2800	201	428	1040	2660	5530	4780	1808 - 2015
Worms	4000	4810	4550	4100	415	665	1410	3430	5400	6300	1930 - 2015
Kaub	6000	6700	6310	6520	482	776	1650	4280	7160	8000	1930 - 2015
Köln	10900	9690	10600	10700	401	914	2090	6210	10900	12000	1816-2014
Rees	11800	9900	10600	11300	590	1070	2280	6630	11300	12300	1930 - 2015

Eine Möglichkeit die Folgen der jeweiligen Hochwasserereignisse zu quantifizieren, bieten die verursachten Schäden. Diese sind für die in **Tabelle 2-3** aufgelisteten Ereignisse zusammengestellt und in **Tabelle 2-4** aufgelistet.

Tabelle 2-4 Verursachte Schäden des Hochwasserereignisse 1925, 1970, 1993 und 1995 am Rhein (BUNDESANSTALT FÜR GEWÄSSERKUNDE, 2014)

	1925	1970	1993	1995
Schaden	100 Mio. Reichsmark	20 Mio. DM	1 Mrd. DM	550 Mio. DM
Gebiet	k. A.	nur in Hessen	im Rheingebiet	im dt. Rheingebiet

2.3.2 Extreme Niedrigwasserstände an Bodensee und Rhein

Bodensee

In der Literatur wird wenig auf extreme Niedrigwasserstände des Bodensees eingegangen. Vermutlich liegt das daran, dass sie im Gegensatz zu einem Hochwasser keinerlei oder kaum Schäden an der ufernahen Infrastruktur verursachen (vgl. **Abbildung 2-12**).

Tabelle 2-5 gibt einen Überblick über die mittleren Niedrigwasserstände und die niedrigsten Wasserstände.

Tabelle 2-5 Mittlerer jährlicher Seewasserstand, mittlerer Niedrigwasserstand im Zeitraum zwischen 1902 bis 2006, sowie niedrigste Wasserstände (HOCHWASSER-VORHERSAGE-ZENTRALE, 2014; BAFU, 2014)

Wasserstand	Wasserstand am Seepegel		
	Konstanz [cm]	Bregenz [m ü. A.]	Romanshorn [m ü. M.]
Mittlerer Niedrigwasserstand	262	394,76	394,83
Mittlerer Wasserstand	341	395,55	395,62
Niedrigster Wasserstand	229 (15.02.2006)	394,45 (02/2006)	394,50 (o. D.)
Bezugszeitraum	1980-2010	1864-2013	1930-2012

Der Niedrigwasserrekord seit Beginn der regelmäßigen Aufzeichnungen wurde im Januar 1823 mit 210 cm am Pegel Konstanz/Bodensee gemessen. Im Winter 2006 sank der Seespiegel erneut auf 229 cm ab, 33 cm unter den mittleren Niedrigwasserstand. Laut Konstanzer Stadtwerke ist der Betrieb der Autofähren noch bis zu einem Pegel von 225 cm möglich (VERKEHRSRUNDSCHAU, 2014).



Abbildung 2-12 Niedrigwasser am Auslauf des Untersees bei Stein, 18. März 1924 (KOBELT, 1926)

Rhein

Saisonal treten die Niedrigwasserphasen am Hochrhein in den Monaten November bis Februar auf. Dies ist bedingt durch die niedrigen Wasserstände im Bodensee, dem der Hochrhein entspringt. Durch das pluvial geprägte Abflussregime der Zuflüsse Main, Mosel und Neckar mit den Niedrigwasserphasen in den Sommermonaten verschiebt sich die Niedrigwasserphase im Mittel- und Niederrhein auf die Herbstmonate Oktober bis Dezember. Bezogen auf das gesamte Rheingebiet gab es besondere Niedrigwasserereignisse u.a. in den Jahren 1920, 1947, 1971 und 2003. 1920 stellten sich oberhalb des Zuflusses des Neckars, unterstrom des Pegels Maxau, außergewöhnlich geringe Abflüsse im November und Dezember ein (BUNDESANSTALT FÜR GEWÄSSERKUNDE, 2014). Schäden musste vor allem die Aalfischerei im Rheinland verzeichnen, durch Fischsterben hatten sie erhebliche Mindererträge zu verzeichnen. Auch bei der Wasserversorgung traten Engpässe auf und die Wasserkraftwerke konnten nur eine reduzierte Energiemenge bereitstellen. Die Schifffahrt

auf dem Rhein konnte jedoch mit geringerer Beladung fortgesetzt werden (BUNDESANSTALT FÜR GEWÄSSERKUNDE, 2014).

1971 lag ab der zweiten Juliwoche der Durchfluss des Rheins flussabwärts des Pegel Worms unterhalb des Mittelwasserabflusses. Ab September unterschritt der Abfluss sogar den mittleren Niedrigwasserabfluss ($MNQ = 663 \text{ m}^3/\text{s}$; Zeitraum: 1930-2010). Am Rhein unterhalb der Mosel dauerte die Niedrigwasserperiode am längsten, beispielsweise wurde der MNQ ($926 \text{ m}^3/\text{s}$; Zeitraum: 1930-2010) am Pegel Andernach an 57 Tagen unterschritten. Einbußen hatte hier die Güterschifffahrt zu verzeichnen, deren Beförderungsmenge um ca. 9,6 % zurückging (HOCHWASSER-VORHERSAGE-ZENTRALE, 2014).

Niedrige Wasserstände waren auch ab Juli 2003 zu beobachten. Im letzten Septemberdrittel, besonders am 28. und 29. September, erreichten sie ihren Tiefpunkt. Die Durchflüsse betragen in diesen Tagen an repräsentativen Pegeln am Ober-, Mittel- und Niederrhein nur noch drei Viertel ihres MNQ -wertes (HOCHWASSER-VORHERSAGE-ZENTRALE, 2014). Die Rheinschifffahrt kam dadurch zwar nicht zum Erliegen, die Ladung musste jedoch reduziert werden, zeitweise wurden die Schiffe nur mit 20-30 % ihrer Kapazität beladen. Hinsichtlich der Energieproduktion wurden zwar keine Engpässe verzeichnet, die Strompreise stiegen jedoch aufgrund geringerer Wasserkraftproduktion (HOCHWASSER-VORHERSAGE-ZENTRALE, 2014).

Als Maß für Fahrrinnenverhältnisse wird von der Schifffahrt der sog. *Gleichwertige Wasserstand* (GIW) verwendet. Dabei handelt es sich um den Wasserstand, der im langjährigen Mittel an maximal 20 eisfreien Tagen pro Jahr unterschritten wird. Er wird etwa alle zehn Jahre neu anhand von Richtpegeln bestimmt und dient der Schifffahrt zur Beurteilung der Fahrrinnenverhältnisse.

2.4 Die Regulierung des Alpenrheins

Der Bau und Betrieb der Kraftwerkspeicher spielt in der Alpenregion neben den Klimaänderungen eine wichtige Rolle für die Veränderungen der mittleren jährlichen Wasserstände und Abflüsse des Bodensees. Die Speicherräume werden im Sommerhalbjahr gefüllt und die gespeicherte Wassermenge wird während der Wintermonate abgegeben. Dies führt zu einer Verringerung der Abflüsse in den Sommermonaten und einer deutlichen Abflusserhöhung in den Wintermonaten (LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG, 2011).

Wie in **Abbildung 2-13** zu sehen ist, fand der Bau der großen Speicherseen im Einzugsgebiet des Alpenrheins oberhalb von Reichenau in der Periode von 1954 bis 1968 statt. In dieser Zeitspanne wurde insgesamt ein Nutzvolumen von 511 Mio. m^3 realisiert. Nach 1968 wurden noch die Speicherseen bei Panix (Nutzvolumen rund 7 Mio. m^3) und bei Solis (rund 1 Mio. m^3) gebaut (HUNZIKER & ZARN, 2012). Heutzutage sind im ganzen Alpenrheineinzugsgebiet 30 Speicherbecken mit insgesamt 790 Mio. m^3 Speichervolumen in Betrieb. **Abbildung 2-14** zeigt eine Karte des gesamten Einzugsgebiets des Bodensees, worin man die zahlreichen Speicherbecken am Alpenrhein erkennen kann. Des Weiteren gibt **Tabelle 2-6** einen Überblick zur Entwicklung des Ausbaus der Kraftwerk-Speicher im Einzugsgebiet des Bodensees.

Entwicklung der Kraftwerk-Speicherbecken in den Einzugsgebieten
von Alpenrhein und Bregenzerach; $S_{ges} = 783.06 \text{ mio m}^3$

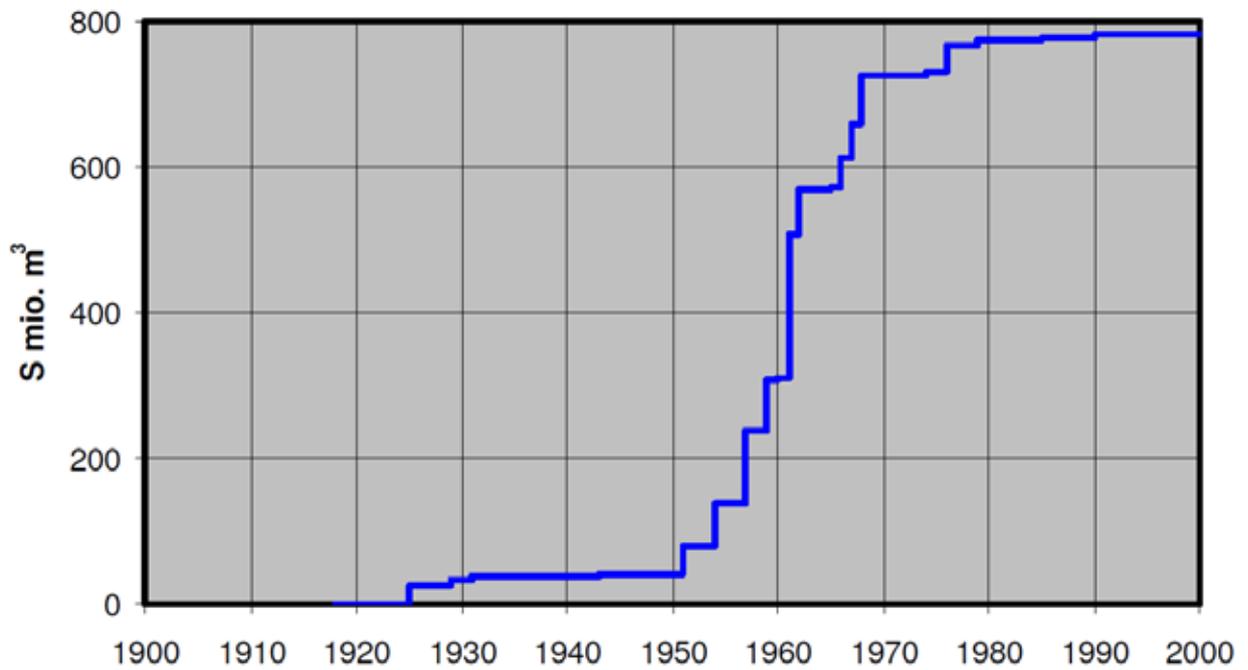


Abbildung 2-13 Entwicklung des Baus von Kraftwerk-Speicherbecken in den Einzugsgebieten von Alpenrhein und Bregenzerach (LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG, 2011)

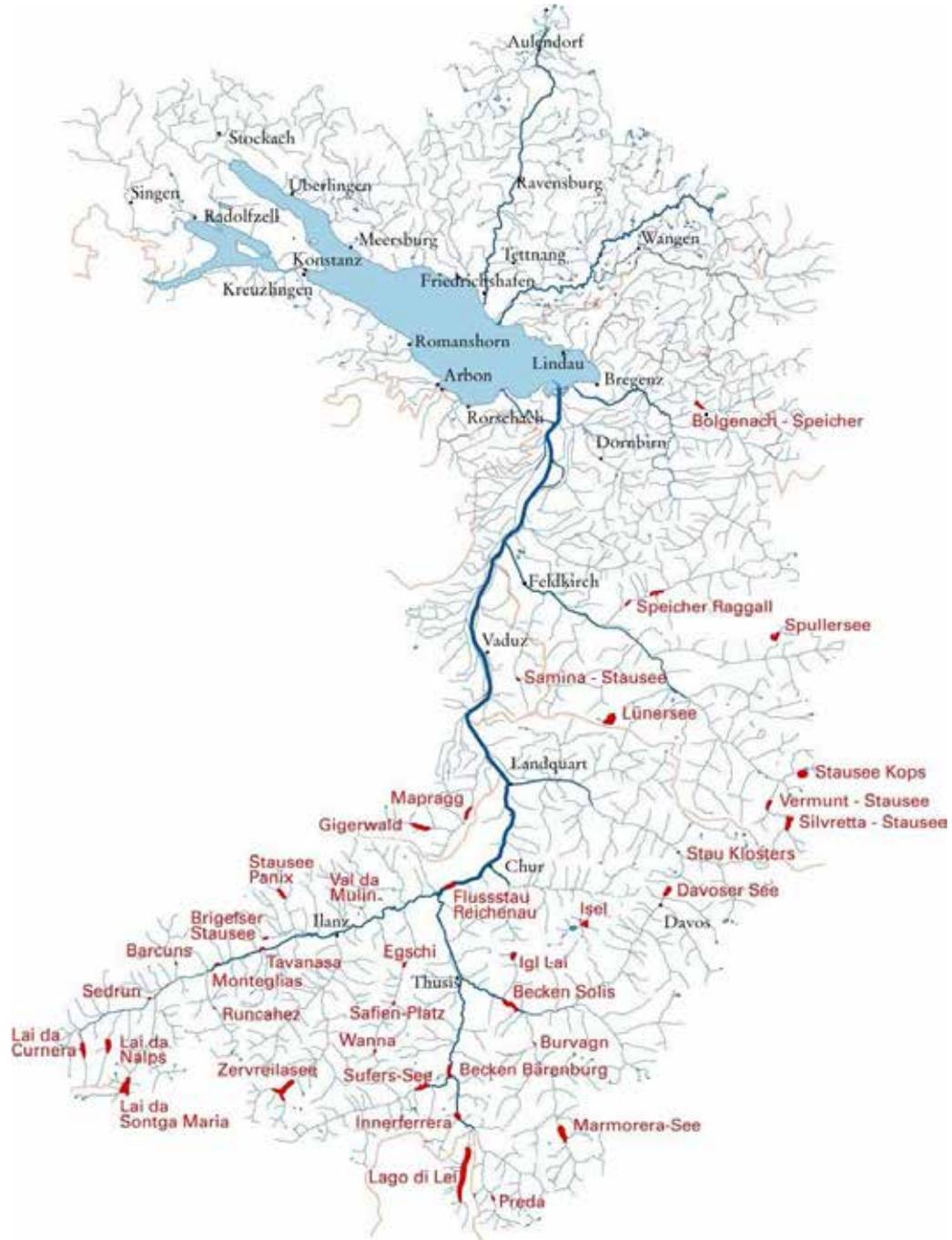


Abbildung 2-14 Speicherbecken am Alpenrhein (INTERNATIONALE GEWÄSSERSCHUTZKOMMISSION FÜR DEN BODENSEE, 2004)

Tabelle 2-6 Entwicklung des Ausbaus von Kraftwerk-Speicherbecken in den Einzugsgebieten von Alpenrhein und Bregenzerach (LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (2011))

Nr. ¹⁾	Speichersee / Stausee ^{a)}	Lage ³⁾	Flussgebiet	Inbetriebnahme [Jahr]	Speicher-nutzraum [Mio.m ³]	Summe [Mio.m ³]
Einzugsgebiet Alpenrhein						
1	Heidesee (N) ²⁾	CH, 2 ³⁾	Heidbach / Albula / Hinterrhein / Rhein	1919	0,81	0,81
2	Davosersee (N) ²⁾	CH, 2	Landwasser / Albula / Hinterrhein / Rh.	1925	11,3	12,1
3	Spullersee (N) ²⁾ Nordmauer	A, 2	Spreubach / Alfenz / Ill / Rhein	1925	13,1	25,21
4	Lünersee (N)	A, 2	Alvierbach / Ill / Rhein	1929	9,0	34,21
5	Vermunt	A, 2	Ill / Rhein	1931	5,3	39,51
6	Latschau	A, 2	Verbellabach / Ill / Rhein	1943	0,9	40,41
7	Egschi ⁴⁾	CH,	Rabiusa / Hinterrhein / Rhein	1949	0,4	40,81
8	Silvretta	A, 2	Ill / Rhein	1939/51	38,6	79,41
9	Lai da Marmorera	CH, 2	Julia / Albula / Hinterrhein / Rhein	1954	60,0	139,41
10	Zervreilasee	CH, 1	Velserrhein / Glenner/ Vorderrhein / Rhein	1957	100,0	239,41
4a	Lünersee (E) ²⁾	A, 2	Alvierbach / Ill / Rhein	1959	69,3	308,71
11	Bärenburg	CH, 2	Hinterrhein / Rhein	1960	1,0	309,71
12	Lago di Lei ⁵⁾	CH, 2	Reno di Lei (Val Ferrera) / Averser Rhein / Hinterrhein / Rhein	1961	197,0	506,71
13	Runcahez ⁴⁾	CH,	Rein de Sumvitg / Vorderrhein Rhein	1961	0,44	507,15
14	Lai da Nalps	CH, 1	Rein de Nalps / Vorderrhein / Rhein	1962	44,5	551,65
15	Sufers (Sufner)	CH, 2	Hinterrhein / Rhein	1962	18,3	569,95
3a	Spullersee (E) ²⁾ Südmauer	A, 2	Spreubach / Alfenz / Ill / Rhein	1965	2,6	572,55
16	Lai da Curnera	CH, 1	Rein de Curnera / Vorderrhein / Rhein	1966	40,8	613,35
17	Kops	A, 2	Zeinisbach / Ill / Rhein	1967	43,5	656,85
18	Raggal	A, 2	Lutzbach / Ill / Rhein	1967	2,0	658,85
19	Lai da Sontga Maria	CH, 1	Froda / Medelser Rhein/Vorderrhein / Rhein	1968	67,0	725,85
20	Rifa	A, 2	Ill / Rhein	1968	0,7	726,55
21	Isel ⁴⁾	CH, 2	Plessur / Rhein	1969	0,3	726,85
22	Rodund	A, 2	Ill / Rhein	1943/74	2,0	728,85
6a	Latschau (E) ²⁾	A, 2	Ill / Rhein	1974	1,3	730,15
23	Gigerwald	CH, 1	Tamina / Rhein	1976	33,4	763,55
24	Mapragg	CH, 1	Tamina / Rhein	1976	2,7	766,25
25	Solis	CH, 2	Albula / Hinterrhein / Rhein	1985	1,46	767,71
26	Panix	CH, 1	Val da Pigniu / Vorderrhein / Rhein	1990	7,26	774,97
Einzugsgebiet Alpenrhein				Summe	774,97	
Einzugsgebiet Bregenzerach						
27	Bolgenach	A, 2	Weißbach / Bregenzerach	1979	8,4	783,37
Einzugsgebiet Bodensee				Summe	783,37	
^{a)} Stauseen mit Speicher-Nutzraum $\geq 0,3$ Mio m ³ ¹⁾ Nummerierung geordnet nach dem Jahr der Inbetriebnahme ²⁾ N = Natursee, E = Dammerhöhung (mit Angabe des zusätzlichen Nutzinhalt)			³⁾ A = Österreich, CH = Schweiz 1 = Westliche Alpen, nördlich des Hauptkamms 2 = nördliche Ostalpen ⁴⁾ A Kleines Becken ⁵⁾ Stausee auf italienischem Staatsgebiet			

Zur Veranschaulichung der Auswirkungen des Kraftwerkbaus auf den Abfluss im Einzugsgebiet des Alpenrheins wurden die Auswertungen der Untersuchungen der Zeiträume von 1899 bis 1953 und von 1969 bis 2008 dargestellt. Die mittleren Abflüsse der Zeitspanne vor und nach dem Kraftwerkbau zeigen eine Umlagerung der Sommerabflüsse

ins Winterhalbjahr. Vor 1953 betrug der mittlere Abfluss des Alpenrheins in den Monaten des hydrologischen Winterhalbjahres², wie in **Abbildung 2-15** dargestellt, etwa 47 m³/s, wobei er nach dem Speicherbetrieb im Winterhalbjahr auf etwa 70 m³/s anstieg. Dies entspricht einer Zunahme des mittleren Monatsabflusses im Winter um etwa 50 %. Der größte Unterschied war im Februar mit einer Zunahme des vorherigen mittleren Abflusses von 29 m³/s auf 66 m³/s zu beobachten. Im Gegensatz dazu sind die mittleren Monatsabflüsse des Sommerhalbjahres von 192,5 m³/s auf 157 m³/s gefallen. Die kleinste Differenz war im Monat September zu beobachten.

Die minimalen Monatsabflüsse im Winterhalbjahr waren nach Kraftwerksbau - je nach Monat – zwischen 0 und 45 % höher als ohne Speicherbetrieb. Volumenbezogen deutlich markanter, relativ gesehen aber geringer (Veränderung je nach Monat zwischen 0 und 35 %) sind die Unterschiede im Sommerhalbjahr (vgl. **Abbildung 2-15**).

Außerdem wurden die großen Hochwasserwellen der Sommerperiode nach der Inbetriebnahme der Kraftwerke durch deren Retentionswirkung deutlich gedämpft. Nach dem Bau und Betrieb der Speicherseen veränderten sich ebenfalls die minimalen Abflüsse des Winterhalbjahres (vgl.

Abbildung 2-16). Während die Maximalabflüsse im Oktober/November noch vom Hochwasser beeinflusst waren, werden jene im Februar in der Regel durch die Wehrsteuerung der Kraftwerke (Schwallbetrieb) verursacht (vgl. **Abbildung 2-17**) (HUNZIKER & ZARN, 2012).

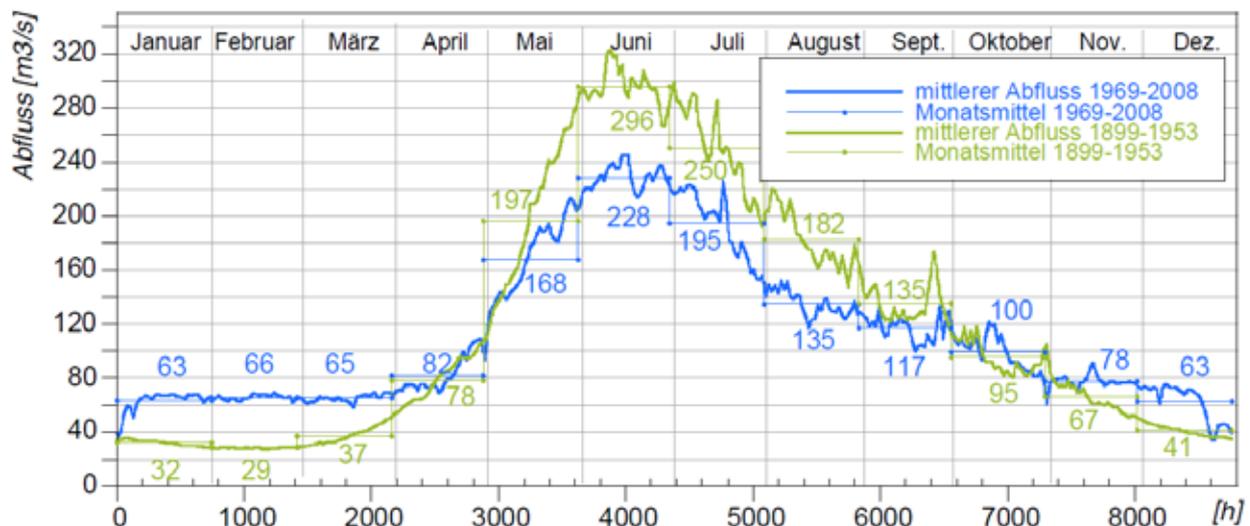


Abbildung 2-15 Mittlere Tagesabflüsse und Monatsmittel des Rheins bei Domat/Ems für die Perioden von 1899 bis einschließlich 1953 (ohne 1907 bis 1909) und von 1969 bis und mit 2008 (HUNZIKER & ZARN, 2012)

² Es wird die deutsche Definition des hydrologischen Jahres verwendet: 1. November bis 31. Oktober. Die Monate November bis April entsprechen dem Winter und die Monate Mai bis Oktober dem Sommerhalbjahr. In der Schweiz beginnt das hydrologische Jahr am 1. Oktober.

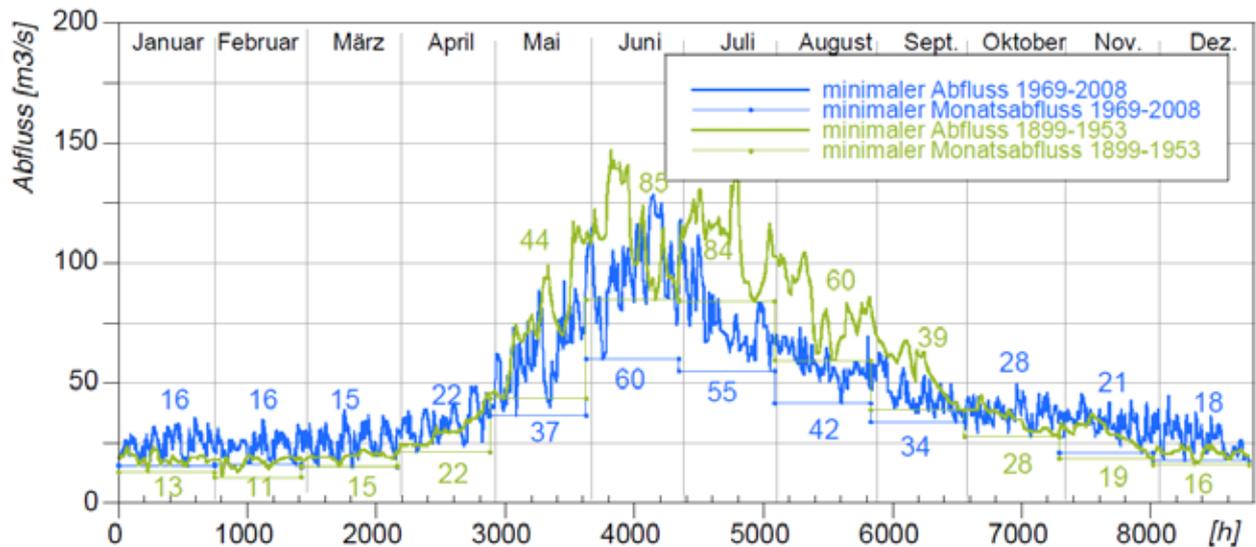


Abbildung 2-16 Minimale Tagesabflüsse und minimaler Monatsabfluss des Rheins bei Domat/Ems für die Perioden von 1899 bis einschließlich 1953 (ohne 1907 bis 1909) und von 1969 bis und mit 2008 (HUNZIKER & ZARN, 2012)

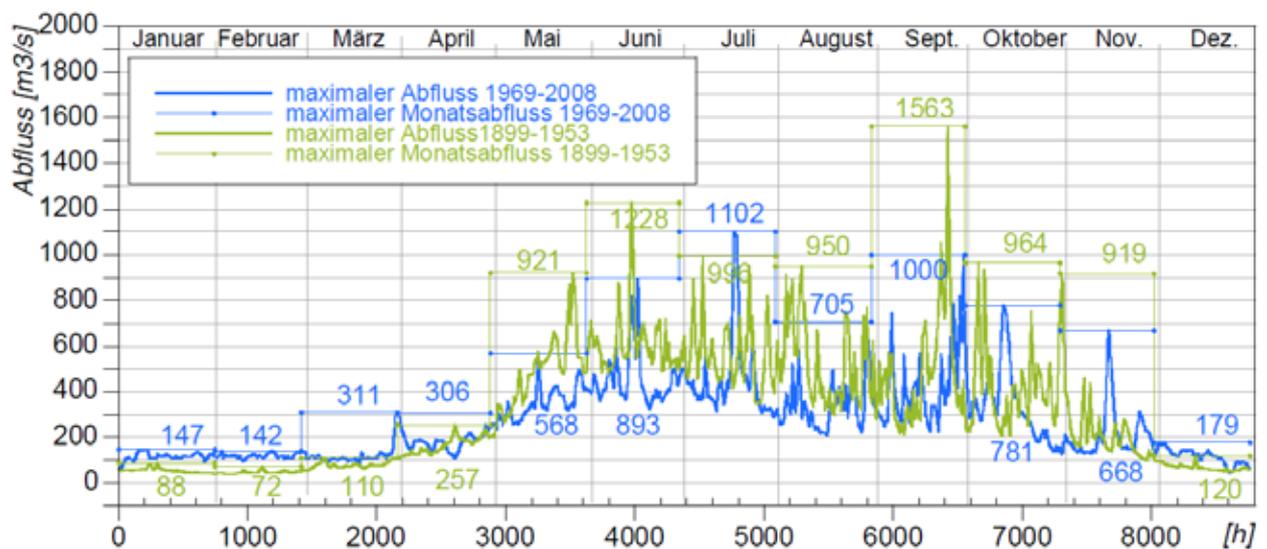


Abbildung 2-17 Maximale Tagesabflüsse und maximaler Monatsabfluss des Rheins bei Domat/Ems für die Perioden von 1899 bis einschließlich 1953 (ohne 1907 bis 1909) und von 1969 bis und mit 2008 (HUNZIKER & ZARN, 2012)

Am Pegel Domat/Ems sind die mittleren Abflüsse nach dem Kraftwerksbau (von 1954 bis 1968) im Sommerhalbjahr gesunken und im Winterhalbjahr gestiegen. Dieser Trend war weniger ausgeprägt bei den minimalen und maximalen Abflüssen zu erkennen. Vergleicht man die Zeitreihe der Monatsabflussmaxima der Monate November und Februar am selben Pegel (**Abbildung 2-18**), so war vor allem im Februar eine Zunahme nach dem Kraftwerksbau ab dem Jahr 1969 deutlich erkennbar.

Im Allgemeinen ist der Monat November sehr niederschlagsarm. Es waren lediglich in den hydrologischen Jahren 1926 und 2002 signifikant erhöhte Werte bzw. Hochwasserereignisse auffällig. Auch war vor, während und nach dem Kraftwerksbau keine eindeutige Veränderung des Abflussregimes zu erkennen, sondern nur ein sehr leichter Anstieg der Monatsmaxima. Dies könnte auf die vom anthropogen beeinflussten Klimawandel bedingte Abflusserhöhung

zurückzuführen sein. Da die Zeitreihe nach dem Kraftwerksbau sehr konstant ist, erklärt sich der größere Einfluss mit der Restwasserabgabe der Kraftwerke.

Dagegen war im Monat Februar eine deutliche Steigerung der maximalen Tagesabflüsse zu erkennen. Während der Phase des Kraftwerksbaus wuchsen die Werte von durchschnittlich unter $50 \text{ m}^3/\text{s}$ auf etwa um die $150 \text{ m}^3/\text{s}$ an. Diese Zunahme war weitaus signifikanter und ist daher keinesfalls allein durch eine klimatische Änderung erklärbar. Der Kraftwerksbetrieb trägt augenscheinlich zu dieser Erhöhung bei, wobei auch ein geringfügiger klimatischer Einfluss nicht auszuschließen ist.

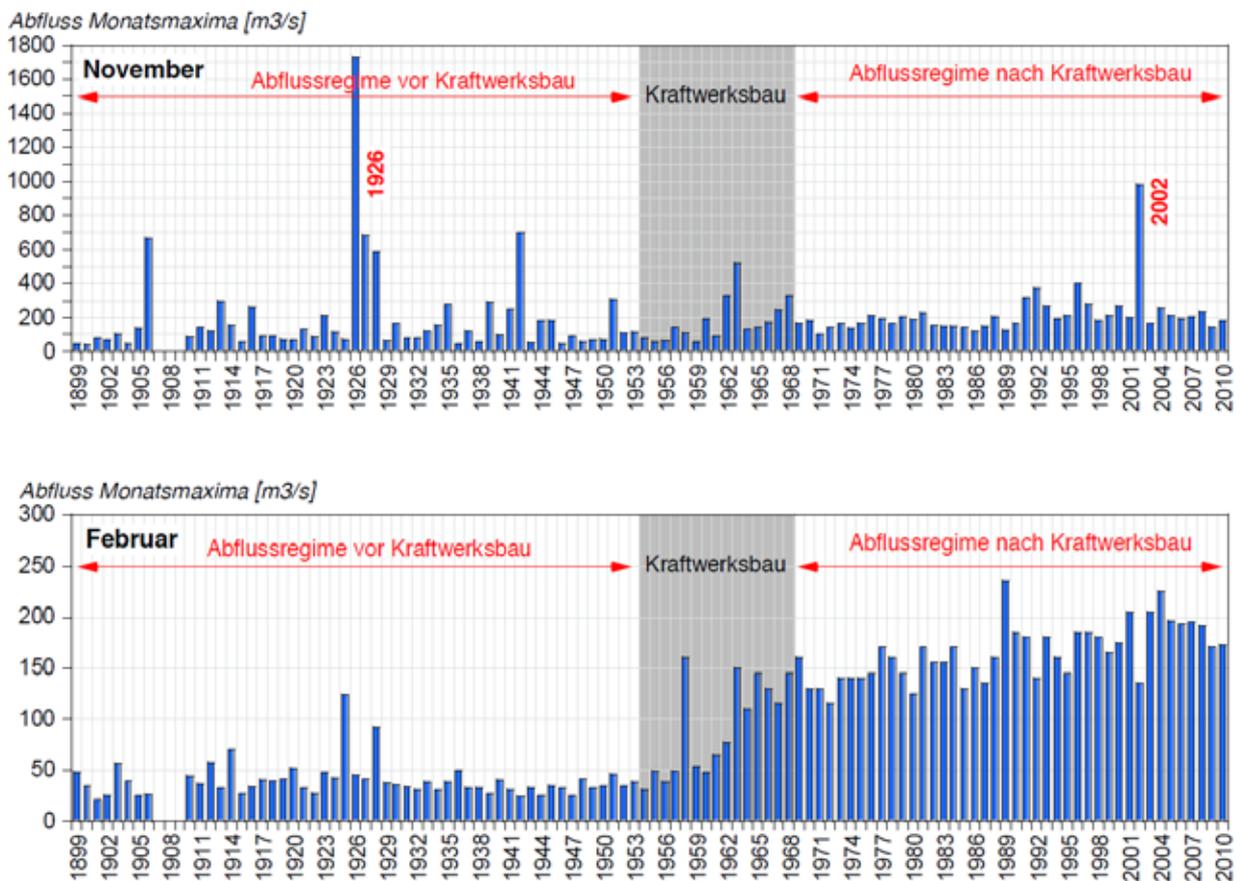


Abbildung 2-18 Maximale Abflüsse in den Monaten November und Februar am Pegel Domat/Ems zwischen 1899 und 2010 (HUNZIKER & ZARN, 2012)

3 Darstellung und Vergleich der Projektentwürfe zur Regulierung des Bodensees

3.1 Chronologische Übersicht zu bisherigen Projektideen

Tabelle 3-1 gibt einen Überblick zu den Projektvorschlägen zur Regulierung des Bodensees seit dem Jahre 1879. Es sind jeweils Rheinkorrektur, Regulierwehr, Wehrtyp und Synoptik aufgeführt. Die jeweiligen Projekte werden ab Kapitel 3.2 detailliert beschrieben und erläutert.

Tabelle 3-1 hilft bei der geografischen Einordnung der im Folgenden immer wieder erwähnten Ortschaften im Zusammenhang mit den unterschiedlichen Regulierungsprojekten.

Tabelle 3-1 Übersichtstabelle zur Synoptik der Projektvorschläge

Projektvorschlag	Rheinkorrektur	Regulierwehr	Wehrtyp	Synoptik
1879: Honsell	Rinne von Stein am Rhein bis zur Biber- mündung Sohlbreite: 40 m Gefälle: 0,3 ‰	Wurde nicht in Erwägung gezogen	-	Basierend auf vorangegangenen, aber nicht konkreten Überlegungen
1891: Legler	Rinne von Eschenz bis nach Schaffhausen Sohlbreite: 100 m Gefälle: 0,33 ‰	Festes Wehr bei Eschenz	Überfall	Basierend auf Honsell 1879
1899: Gerber	Rinne im Rheinlauf von Eschenz bis zur Biber- mündung Sohlbreite: 40 – 100 m Gefälle: 0,15 – 0,3 ‰	Wurde nicht in Erwägung gezogen	-	Konkreter Verbes- serungsvorschlag zum Projekt Honsell 1879
1902: von Steiger	Rinne von Eschenz bis zur Biber- mündung Sohlbreite: 100 – 150 m Gefälle: 0,1 – 1,5 ‰	Festes Wehr in Eschenz mit Schifffahrtskanal	Überfall	Kein direktes Vorgängerprojekt
1912: Bossard	Keine Vorschläge	Keine Vorschläge	-	Kein direktes Vor- gängerprojekt; rein wasserwirtschaftliche Betrachtung
1922: Sommer	Rinne von Eschenz bis Biber- mündung Sohlbreite: 80 m Gefälle: 0,3 – 0,36 ‰	Bewegliches Wehr mit Schifffahrts- schleuse und Fischpass ober- halb der Biber- mündung	Schützen- wehr	Auflistung der bis- herigen Projektvor- schläge, inkl. eige- ner Vorschläge
1924: Maier	Korrektur des Seerheins Rinne von Eschenz bis Schaffhausen Sohlbreite: 60 – 100 m Gefälle: 0,3 ‰	Bewegliches Wehr mit Schifffahrts- schleuse und Fischpass ober- halb der Biber- mündung	Schützen- wehr	Kein direktes Vor- gängerprojekt
1926: Kobelt	Korrektur des Seerheins Rinne von Eschenz bis Schupfen Sohlbreite: 60 – 90 m Gefälle: 0,11 – 0,2 ‰	Bewegliches Wehr mit Schiffschleuse und Fischpass bei Hemishofen	Schützen- wehr	Kein direktes Vor- gängerprojekt

Projektvorschlag	Rheinkorrektur	Regulierwehr	Wehrtyp	Synoptik
1953: Locher & Cie AG	Korrektur des Seerheins Rinne von Eschenz bis Schupfen Sohlbreite: 60 – 100 m Gefälle: 0,1 – 0,15 ‰	Bewegliches Wehr mit Schiffschleuse und Fischpass unterhalb Hemishofen	Dachwehr	Detaillierte und überarbeitete Vari- ante des Projekt Kobelts
1967: Locher & Cie AG	Korrektur des Seerheins Rinne von Eschenz bis Schupfen Sohlbreite: 60 – 100 m Gefälle: 0,1 – 0,3 ‰	Bewegliches Wehr mit Schiffschleuse und Fischpass unterhalb Hemishofen	Dachwehr	Detaillierte und überarbeitete Vari- ante des Projekts 1953
1972: Locher & Cie AG	Korrektur des Seerheins Rinne von Eschenz bis Schupfen Sohlbreite: 60 – 100 m Gefälle: 0,1 – 0,3 ‰	Feste Grundschwelle mit Schlauchwehr bei Stiegen	Dachwehr	Alternativer Vor- schlag zum Projekt 1953
1973: Bächtold AG	Korrektur des Seerheins Rinne von Eschenz bis Schupfen Sohlbreite: 60 – 100 m Gefälle: 0,1 – 0,3 ‰	Bewegliches Wehr mit Schiffschleuse und Fischpass unterhalb Hemishofen	Schlauch- wehr	Alternativer Vor- schlag zum Projekt 1953



Abbildung 3-1 Überblick über den Bodensee, seine Umgebung und die für das Regulierungsvorhaben bedeutenden Ortschaften

3.2 Historischer Hintergrund

Die ersten Vorschläge zur Verbesserung des Wasserstandes des Bodensees liegen fast 200 Jahre zurück. In den Jahren 1817 und 1821 wurden die Bodensee- und Hochrheinufer überschwemmt und die Anwohner in Mitleidenschaft gezogen, worauf Ingenieur Waibel aus Konstanz einer der ersten war, der bauliche Maßnahmen zwischen dem Rheinfluss und Schaffhausen vorschlug, um die Abflusskapazität aus dem Bodensee zu erhöhen und somit die Hochwasserstände des Bodensees tiefer zu legen und einer Überschwemmungsgefahr entgegenzuwirken.

Weitere Hochwasser folgten; jedoch wurde die vorgeschlagene Maßnahme nicht realisiert, da Zweifel an ihrer Wirksamkeit bestanden. 1847 wurde ein Gutachten von den Bauinspektoren Hartmann und Pestalozzi aus St. Gallen vorgelegt, welche die Schuld für die erhöhten Seestände vor allem der Verbauung des Abflusses bei Konstanz zuschrieben. Infolge dessen forderten sie die Beseitigung der Stauwerke in Konstanz, um die Hochwassergefahr zu mindern. Auch dieses Projekt wurde vorerst nicht realisiert (vgl. **Abbildung 3-2** und **Abbildung 3-3**).

Eine Regulierung der Niedrigwasserstände wurde erstmals Mitte des vorletzten Jahrhunderts in Erwägung gezogen. Eine Expertenkommission aus St. Gallen, bestehend aus Oberbaurat Etzel, dem Oberingenieur des Kantons Graubünden La Nicca und dem badischen Oberbaurat Sauerbeck empfahlen in einem Gutachten von 1852 die Hebung der winterlichen Niedrigwasserstände. Gleichzeitig wiesen sie auf die Nützlichkeit der Hochwasserabsenkung hin, um im Allgemeinen die Überschwemmungsgefahr zu mindern und die jährlichen Wasserspiegelschwankungen zu verringern. Sie forderten allerdings auch, dass der künftige Abfluss aus dem Bodensee nach einer Regulierung nicht höher sein dürfe als er bei den bisher bekannten höchsten Wasserständen ist. Diese Forderung sollte die Anwohner des Rheins vor negativen Folgen durch die Regulierung schützen.

Am 1. Juni 1856 brannten die hölzerne Straßenbrücke und die Mühle in Konstanz ab. Aufgrund hoher Seestände in den vorhergehenden Jahren fühlten sich die Regierung von Baden und Thurgau veranlasst, die Hochwassergefahr zu mindern. Eine Kommission aus Vertretern Badens, Österreichs und der Schweiz beschloss daraufhin am 31. August 1857, dass die Rheinmühle in Konstanz nicht wiederaufgebaut werden dürfe. Des Weiteren mussten die Überreste gänzlich beseitigt werden und die Stauziele am Rhein geändert werden. Sämtliche Kosten dafür wurden anteilmäßig im Verhältnis der Uferlängen auf die Anrainerstaaten verteilt. Auf die gleiche Weise hätten die Kosten verteilt werden sollen, falls eine Staueinrichtung nötig geworden wäre, um ein zu tiefes Fallen des Seespiegels zu verhindern (KOBELT, 1926). Im Folgenden werden weitere, konkretere Projektvorschläge aus den letzten 150 Jahren in ihren Grundzügen vorgestellt. Detaillierte Ausführungen folgen in den nächsten Kapiteln.



Abbildung 3-2 Der Seerhein bei Konstanz mit Rheinbrücke und Rheinmühle um 1643 (KONOLD, 2000)

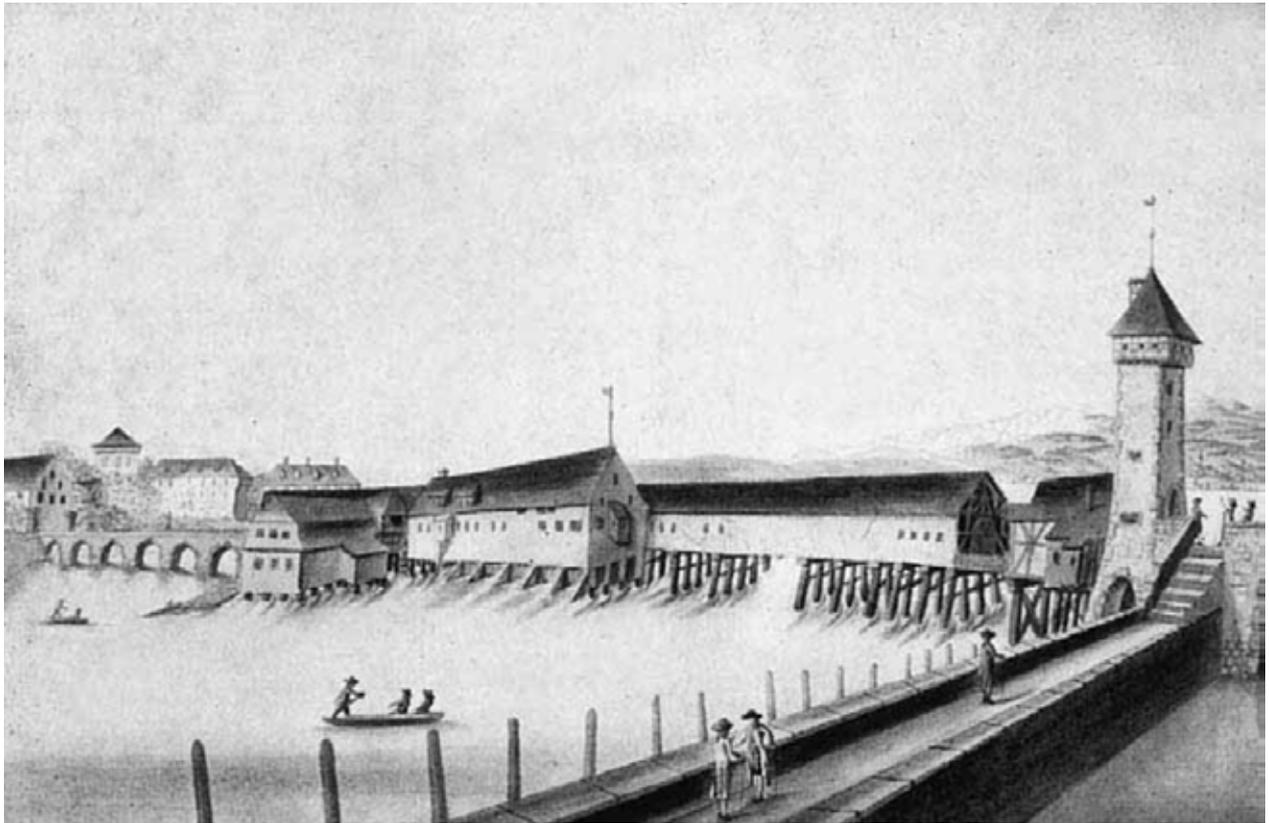


Abbildung 3-3 Rheinbrücke und Rheinmühle in Konstanz um 1800 (KONOLD, 2000)

3.3 Die Projekte Honsell, Legler, Gerber und von Steiger

Die ersten, über 100 Jahre zurückliegenden und wenig detaillierten Projekte zur Regulierung des Bodensees werden in diesem Kapitel zusammengefasst.

3.3.1 Das Projekt Honsell

Im Jahre 1876 wurden die Städte um den Bodensee von einem verheerenden Hochwasser überschwemmt, worauf Baden und Thurgau beschlossen, durch Abgrabungen am Eschenzer Horn die Abflussverhältnisse des Untersees zu verbessern. Allerdings hatte diese Maßnahme wenig Erfolg, wie ein darauffolgendes Hochwasser zeigte.

1879 wurden unter Leitung von Baurat Max Honsell die Ergebnisse weiterer Studien unter dem Namen *Der Bodensee und die Tieferlegung seiner Hochwasserstände* (HONSELL, 1879) veröffentlicht. Honsells Erkenntnis war, dass die Hochwasserstände am Bodensee das Resultat aus einem unausgeglichenes Verhältnis zwischen Zu- und Abfluss sind und nur behoben werden können, wenn entweder der Zufluss zum See vermindert oder der Ausfluss aus dem See erhöht wird. Da eine Reduzierung des Zuflusses nicht in Frage kam, ließen sich zu hohe Seespiegel nur durch eine Erhöhung des Abflusses beheben. Um jedoch ein zu tiefes Absinken der Wasserstände zu verhindern, hätte er bei normalen Wasserspiegellagen auf dem bisherigen Level gehalten werden sollen. In seinen Grundzügen bestand das Projekt aus zwei Teilen:

- Erweiterung der Enge bei Stiegen.
- Vertiefung des Rheinquerschnitts von Stein am Rhein abwärts bis zur Ausmündung der Biber.

Vertreter des Kantons Schaffhausen hatten die Befürchtung, dass durch die Tieferlegung der Hochwasserstände schädliche Folgen für die Anwohner des Rheins entstehen könnten. Deshalb wurde von Honsell die sogenannte *Schaffhauser Bedingung* geschaffen, welche beinhaltet, dass nach einer Regulierung der Seestände der größtmögliche Ausfluss nicht höher sein durfte, als die bisherigen Maximalabflüsse. Nach der Rechnung Honsells hätten die künftigen Spitzenabflüsse die bisherigen Abflüsse nur um ca. 15 m³/s überstiegen, d.h. der maximale Abfluss beim Hochwasserereignis im Jahre 1876 wäre lediglich von 1035 m³/s auf 1050 m³/s angestiegen. Damit wäre die *Schaffhauser Bedingung* erfüllt gewesen. Gleichzeitig hätten die Hochwasserstände im See durch die Profilerweiterung um ca. 70 cm herabgesetzt werden können. Die Niedrigwasserstände sollten unverändert bleiben. Der Kostenvoranschlag wurde mit 1.440.000 CHF beziffert³. Das Projekt wurde allerdings nie realisiert, da die Behörden die Berechnungen beanstandeten. Es wurde bezweifelt, dass sich beim gewählten Profilverlauf tatsächlich der prognostizierte Abfluss einstellen und sich der Seespiegel in gewünschter Weise senken würde. Anschließend folgten Jahre ohne Hochwasser, die Gefahr geriet in Vergessenheit und das Interesse der Behörden und Seeanwohner an einer Regulierung des Bodensees schwand.

Bauliche Maßnahmen

Um den Ausfluss aus dem Bodensee-Untersee selbst zu verbessern, plante Honsell (1879), die Engstelle bei Stiegen und Eschenz durch Erdarbeiten zu erweitern. Bei Stiegen hätten Hügel auf einer Breite von ca. 30 m und bei Eschenz ca. 240 m abgetragen werden sollen, um Vorländer zu schaffen. Damit hätte bereits bei geringeren als den bisherigen Wasserständen der Abfluss erhöht werden können. **Abbildung 3-4** zeigt die Maßnahmen. Auf der Strecke des Hochrheins zwischen Stein am Rhein und Rheinklingen war eine ca. 5,6 km lange Korrektur des Flusslaufes geplant, ebenfalls mit dem Ziel, die Abflusssituation zu verbessern. Die Rinne mit einer Breite von ca. 40 m sollte vor allem dazu dienen, die Sohle zu ebnen und auf ein konstantes Gefälle von 0,3 ‰ anzugleichen (vgl. **Abbildung 3-5**).

³ Laut Aussage des Seminars für Wirtschaftsgeschichte der Ludwig-Maximilians-Universität gibt es keine einfache Möglichkeit, damalige Preise auf ein heute richtiges Preisniveau umzurechnen.

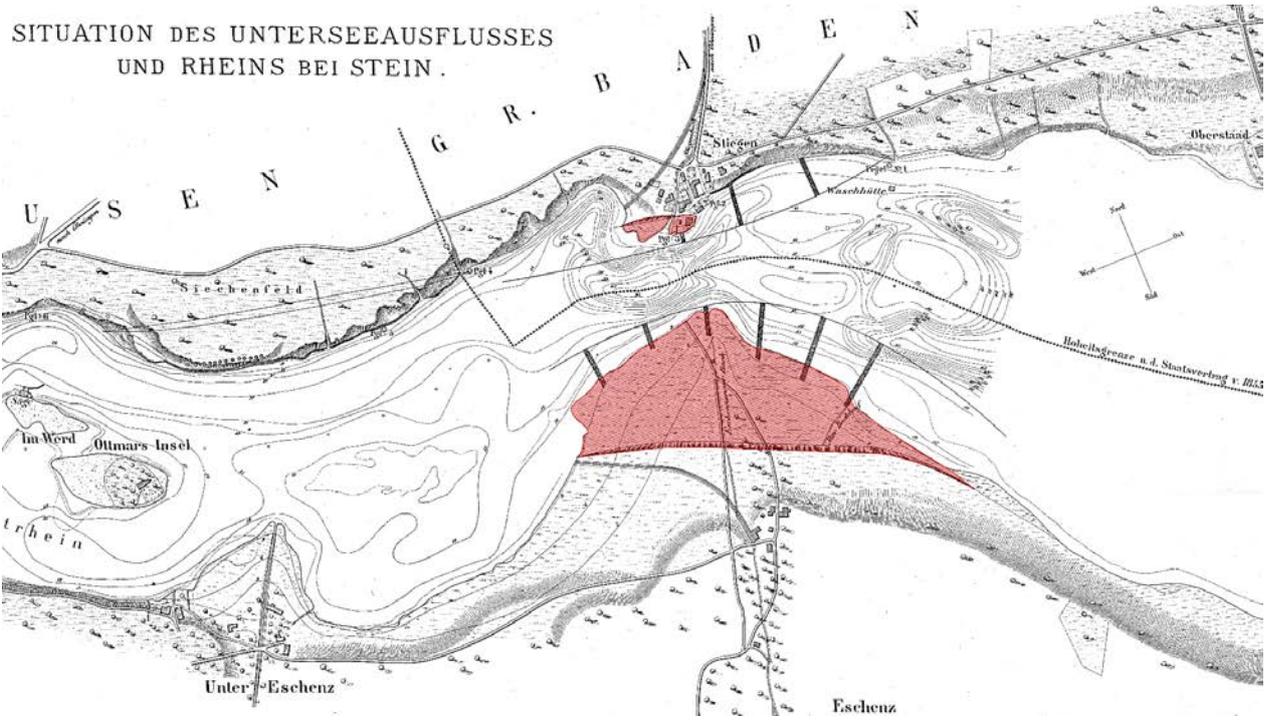


Abbildung 3-4 Erdabtragungen (rot) am Eschenzer Horn (HONSELL, 1879)

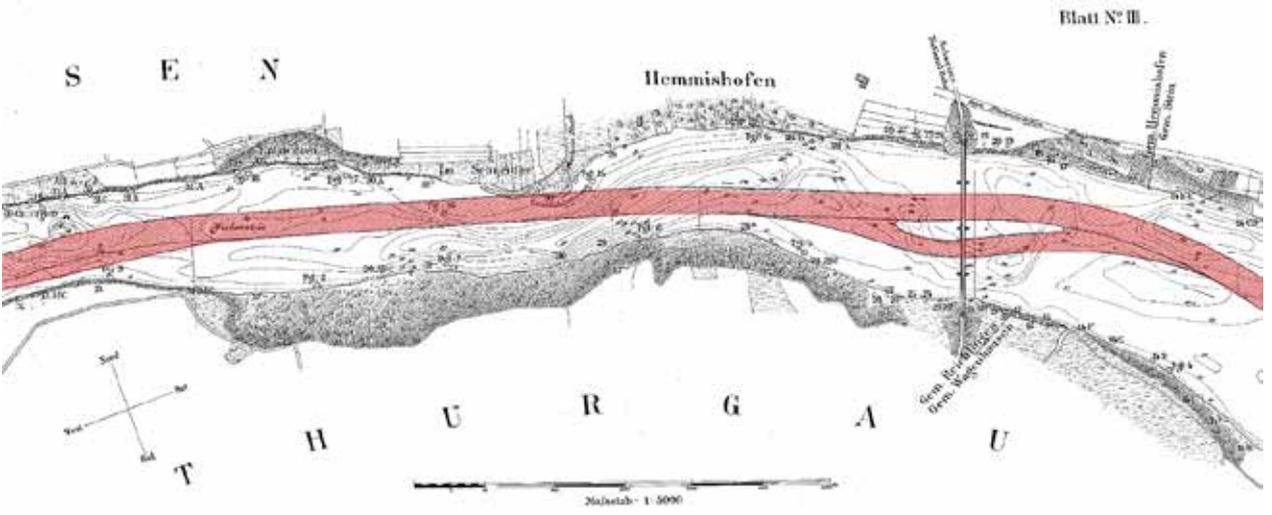


Abbildung 3-5 Verlauf der geplanten Rinne am Hochrhein (exemplarisch) (HONSELL, 1879)

3.3.2 Das Projekt Legler

Im Jahre 1890 ereignete sich ein intensives und fatales Hochwasser, woraufhin die Uferbewohner erneut eine Ausweitung des Abflusses bei Eschenz forderten, um die Hochwasserstände zu verringern (**Abbildung 3-6**). In den Jahren 1891-1893 folgte zum zweiten Mal eine Abgrabung des Eschenzer Horns (KOBELT, 1926). Ebenso wurden in Schaffhausen kleinere Arbeiten zur Verbesserung des Abflusses durchgeführt. 1891 legte der Ingenieur Legler im Auftrag des Kantons Thurgau sein Projekt *Die Abflussverhältnisse des Bodensees und Rheins von Stein bis Schaffhausen* zur Senkung der höchsten Wasserstände des Bodensees vor (LEGLER, 1891). Die Idee bestand im Wesentlichen aus vier Punkten:

- Senkung des höchsten bekannten Hochwasserstands am Bodensee (1817: 401,38⁴ m ü. M.) um mindestens einen Meter
- Regulierung der niedrigen und mittleren Seestände, so, dass sie den Bedürfnissen der Schifffahrt und Landwirtschaft genügen
- Senkung der Hochwasserstände am Rhein bei Diessenhofen und Schaffhausen
- Keine Erhöhung der maximalen Abflussmenge im Rhein (Schaffhauser Bedingung)

Legler (1891) ging davon aus, dass das Hochwasser 1817 bei Stein am Rhein einen maximalen Abfluss von 1.350 m³/s hatte. Um diese Wassermenge abführen zu können, berechnete er, dass im Rhein auf der Strecke von Stein am Rhein bis Schaffhausen ein trapezförmiges Gerinne mit einer Sohlbreite von 100 m und einer Tiefe von 6 m mit einem konstanten Gefälle von 0,33 ‰ ausgebaggert hätte werden müssen. An Engstellen hätte die Sohlbreite auch nur 80 m betragen dürfen, dafür hätte die Sohle hier auf 7 m vertieft werden müssen. Um zu verhindern, dass durch die Querschnittvergrößerung des Rheins der Seespiegel zu weit abgesunken wäre, schlug Legler (1891) den Einbau eines beweglichen oder festen Wehres bei Stein am Rhein vor. Beim beweglichen Wehr wurde davon ausgegangen, dass eine minimale Seespiegelhöhe von 394,24 m ü. M. bei Stein am Rhein noch akzeptabel gewesen wäre. Somit wäre ein Wehr der Höhe 3,37 m benötigt worden, um den Wasserstand des Sees auf dieser Höhe zu halten. Je nach Wasserstand hätte das Wehr dann allmählich geöffnet werden können, bis es im Falle eines Hochwassers vollständig offen gewesen wäre.

Ein anderer Vorschlag Leglers (1891) war die Selbstregulierung des Seestandes durch ein festes Überfallwehr. Dieses hätte so konstruiert sein müssen, dass zum einen der Niedrigwasserstand nicht unter 394,24 m ü. M. gefallen wäre und zum anderen ein Hochwasser im See nicht über 396,93 m ü. M. gestiegen wäre. Auch der Moserdamm bei Schaffhausen hätte in ein bewegliches Wehr umfunktioniert werden müssen (genaueres in Kapitel 4.2.2). Insgesamt rechnete Legler (1891) mit Baukosten von ca. 17.503.000 CHF. Die Ausarbeitungen Leglers wurden zunächst nicht weiterverfolgt.

⁴ Aus nicht bekannten Gründen weicht der von Legler (1891) verwendete Wert von den offiziellen Werten in **Tabelle 2-2** ab. Im Zusammenhang mit Legler (1891) wird trotzdem dieser Wert verwendet.



Abbildung 3-6 Überschwemmung in Rorschach am 5. September 1890 (BOSSARD, 1913)

Bauliche Maßnahmen

Legler (1891) beabsichtigte auf dem Abschnitt zwischen Stein am Rhein und Schaffhausen das Querprofil des Rheins zu vergrößern. Topographischen Karten kann entnommen werden, dass das Flussbett des Rheins auf diesem Abschnitt größtenteils ausreichend Platz für eine 100 m breite Flusssohle bot. Die Tiefe der Rinne hätte 6 m, das Sohlgefälle 0,33 ‰ und die Böschungsneigung 1:1,5 betragen sollen. Auf den kurzen Teilabschnitten, an denen das Flussbett keine Breite von mindestens 100 m aufwies, wäre die Sohlbreite der Rinne auf 80 m reduziert und im Gegenzug die Tiefe auf 7 m angehoben worden, um den Querschnitt annähernd konstant zu halten. Nimmt man für Stein am Rhein einen Abflussbeiwert von $k = 50$ an, welcher aufgrund der ermittelten Koeffizienten eher konservativ gewählt ist, so erhält man als Abfluss $1384 \text{ m}^3/\text{s}$, die von der 6 m tiefen Rinne abgeführt hätte werden können. Die schmalere, 7 m tiefe Rinne wäre erst ab einem Abfluss von $1417 \text{ m}^3/\text{s}$ an ihre Grenzen gestoßen.

Um zu verhindern, dass der Wasserspiegel des Bodensees zu stark absinkt, empfahl Legler (1891) den Bau eines beweglichen Wehrs bei Stein am Rhein oder Eschenz, das bei großem

Zufluss komplett offen gewesen wäre und nur bei geringen Wasserständen im See eingesetzt worden wäre. Dennoch hätte es auch möglich sein sollen, das Wehr im Winter zu öffnen. Dadurch wäre ein gleichmäßigerer Wasserstand an den Pegeln am Hochrhein erzielt worden, wovon die Industrie in Schaffhausen profitiert hätte. Ziel war es, im See einen unschädlichen Wasserstand von 3,54 m über der neuen Sohle aufrechtzuerhalten. Die Größe der Öffnung des Wehrs richtete sich dabei nach der Differenz zwischen Ober- und Unterwasserstand. Je größer die Differenz gewesen wäre, desto geringer wäre die Breite der Wehröffnung ausgefallen. Die Alternative zu einem beweglichen Wehr wäre ein festes Wehr bei Eschenz gewesen. Die beste Variante stellte ein 435 m breites Wehr mit 15 m breitem und 2,42 m tiefem Durchlass dar, mit Hilfe dessen der minimale Niedrigwasserstand von 3,54 m, was einer Höhe von 397,5 m ü. M. entspricht, eingehalten worden wäre. Wenn der Unterwasserstand genau 6 m über der korrigierten Rheinsohle gelegen wäre und somit an der Kapazitätsgrenze des regulierten Rheins, wären über das Wehr 1384 m³/s abgeflossen. Dies hätte genau dem Durchfluss entsprochen, den die neue Rinne maximal aufnehmen hätte können, bevor das Wasser über die Ufer getreten wäre. Bei Mittel- und Hochwasser hätte das Wehr problemlos von Schiffen passiert werden können. Bei kleinen Wasserständen wäre die Differenz zwischen Ober- und Unterwasserspiegel jedoch zu groß gewesen, sodass der Bau einer Schifffahrtsschleuse notwendig gewesen wäre. **Abbildung 3-7** zeigt das Querprofil des festen Wehrs.

Fig. 14.

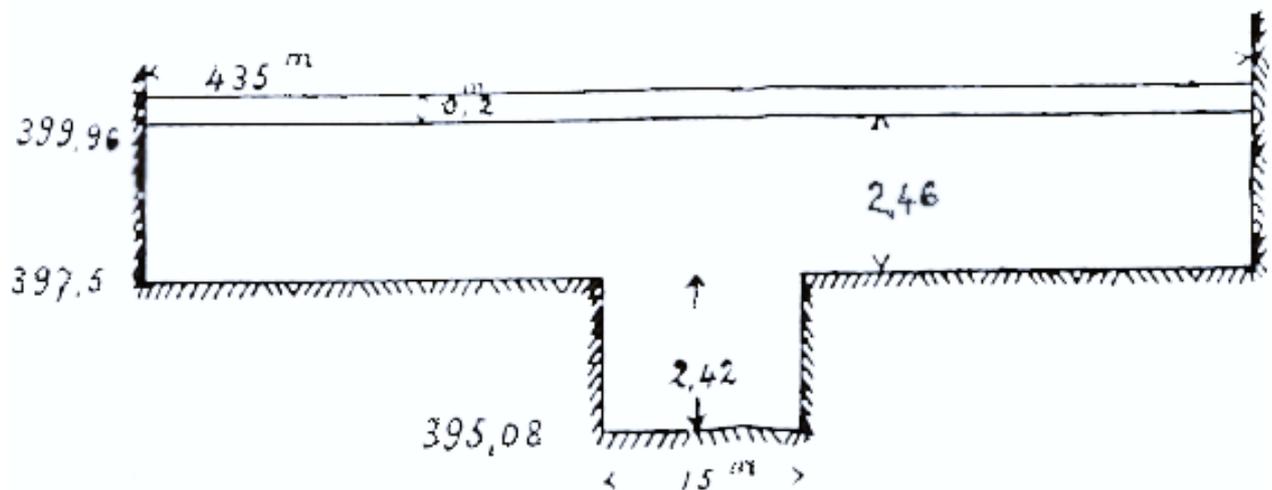


Abbildung 3-7 Querprofil des festen Wehrs mit Durchlass (LEGLER, 1891, bearbeitet)

3.3.3 Das Projekt Gerber

1899 folgte der Projektvorschlag *Die Tieferlegung der Hochwasserstände des Bodensees* durch den Oberbauinspektor Gerber (1899). Dieser Vorschlag bestand im Wesentlichen aus einer Weiterführung der Idee Honsells (HONSELL, 1879), also aus der Ausbaggerung einer Rinne im Rhein von Stein am Rhein bis Schupfen unterhalb der Bibernmündung. Der Unterschied zu Honsell bestand darin, dass eine gleichmäßigere und breitere Ausbaggerung der Rinne im Flussbett angestrebt wurde. Ein Wehr war nicht vorgesehen. Auch die maximalen und minimalen Abflüsse sollten nicht verändert werden, dennoch sollte durch die Verbreiterung des Abflusses der Wasserspiegel am Untersee beim Hochwasser von 1890 von 397,76 m ü. M. um 33 cm auf 397,43 m ü. M. verringert werden. Der Vorschlag Gerbers wurde nicht weiterverfolgt.

3.3.4 Das Projekt von Steiger

Die Arbeit von von Steiger konnte in keiner Bibliothek ausgemacht werden (MACHAUER, 2014). Informationen darüber sind nur über Kobelt (1926) verfügbar. In seinen Grundzügen sah das Projekt vor, eine ca. 100 bis 150 m breite Rinne im Rhein von Eschenz bis unterhalb der Bibernmündung zu graben. Das Gefälle variierte dabei zwischen 0,1 und 1,5 ‰. Um zu niedrige Seestände zu vermeiden, war ein festes Überfallwehr mit einer Kronenhöhe von 394,84 m ü. M. bei Eschenz geplant. Der Hochwasserstand im Untersee hätte durch diese Arbeiten um 103 cm auf 396,73 m ü. M. gesenkt werden können. Auch der Vorschlag von Steigers wurde nicht realisiert. Genauere Informationen sind nicht bekannt.

3.4 Das Projekt Bossard

Der Ingenieur der schweizerischen Landeshydrographie Bossard veröffentlichte 1913 ein weiteres *Gutachten über die Regulierung des Bodensees*. Der rasche Fortschritt der Ausnutzung der Wasserkraft führte bald dazu, einen „rationalen Haushalt“ stehender und fließender Gewässer anzustreben. Die Hauptaufgabe dieser „umsichtigen Wasserwirtschaft“ war es, „schädliche oder nicht verwertbare Wassermengen“ in künstlichen Staubecken zurückzuhalten und niedrige Wasserstände künstlich anzuheben (BOSSARD, 1913, S. 5). Ausgang des Gutachtens war die internationale Konferenz zur Schiffbarmachung des Hochrheins, welche am 26. Januar 1911 der Schweizerischen Landeshydrographie den Auftrag erteilte, eine Untersuchung über die Regulierung der Wasserstände des Bodensees vorzunehmen (BOSSARD, 1913, S. 5):

„Außer der Festlegung des Niedrigwassers⁵ nach Honsell und einer Senkung der außerordentlichen Hochwasserstände von ungefähr 0,8 m sollte eine wesentliche Verbesserung der Wasserstände für die Schifffahrt und die Kraftwerke am Rhein unterhalb Konstanz zu erzielen versucht werden.“

Bossard (1913) war somit der erste, der sich nicht nur mit der Behebung der Hochwasserproblematik beschäftigte, sondern sein Auftrag es auch war, den Bodensee als Speicher zu verwenden, um Niedrigwasserstände im Sinne der Wasserkraft und Schifffahrt

⁵ Den niedrigsten akzeptablen Wasserständen am Bodensee

zu erhöhen. Bossard (1913) setzte sich jedoch nicht mit der baulichen Umsetzung der Regulierung auseinander, sondern mit den hydrologischen und wasserwirtschaftlichen Berechnungen des Bodenseewasserstandes, damit ein angepasstes Abflussregime entstände. Da der maximale Abfluss bei Stein am Rhein nicht über $1062 \text{ m}^3/\text{s}$ ansteigen durfte, um die *Schaffhauser Bedingung* zu wahren, musste der See selbst als Retentionsspeicher fungieren, um die Diskrepanz zwischen maximalem Zufluss (allein durch den Alpenrhein $2.900 \text{ m}^3/\text{s}$) und Abfluss auszugleichen. Dies wäre nur gelungen, indem der Seespiegel vor einem Hochwasserereignis auf ein bestimmtes Niveau herab reguliert worden wäre, um die zusätzliche Wassermenge des Hochwassers aufzunehmen und dabei die obere Hochwassergrenze von $400,42 \text{ m ü. M.}$ nicht zu übersteigen.

Auch wenn keine konkreten Ausführungen gemacht wurden, sah Bossard (1913) vor, das Abflussprofil bei Konstanz zu vergrößern, das Gefälle zwischen Ober- und Untersee zu erhöhen und eine Rinne von Stiegen an stromabwärts auszugraben. Dadurch wäre der Abfluss aus dem Bodensee auch bei geringeren Wasserständen erhöht worden und mit dem Einbau eines Wehres hätten die Niedrigwasserstände zusätzlich ausgeglichen werden können. Insgesamt war im Projekt vorgesehen, die bisherigen Hochwasserstände um 80 cm zu verringern und die niedrigsten Wasserstände um $\text{ca. } 50 \text{ cm}$ zu erhöhen. Durch die Veränderung des Abflussregimes hätte die Dauer der Schifffahrt zwischen Basel und Straßburg etwa zwei Monate verlängert werden können.

Um auf dieser Grundlage eine Regulierung des Bodensees weiter voranzutreiben, wurde beschlossen, einen internationalen Sonderausschuss zu gründen, in dem sich Vertreter der deutschen, österreichischen und schweizerischen Regierung dieser Angelegenheit annehmen. Grundsätzlich wurde das Projekt als positiv bewertet, allerdings befürchtete die preußische Landesanstalt für Gewässerkunde eine Beeinträchtigung der Schifffahrt auf dem Niederrhein und wünschte eine neue Aufstellung des Regulierregimes. Der Sonderausschuss tagte zum letzten Mal am 2. April 1914 in Karlsruhe. Durch den Ausbruch des ersten Weltkrieges wurde das Projekt jedoch von keinem der beteiligten Länder weiterverfolgt. Ein Vorschlag für bauliche Maßnahmen erfolgte durch Bossard (1913) nicht.

3.5 Die Denkschrift Sommers

Im Jahr 1916 stieg der Spiegel des Bodensees wieder stärker als im Sommer üblich an, worauf die Regierung Thurgaus erneut eine Abgrabung am Horn von Eschenz forderte. Der Nutzen des Vorhabens wurde allerdings zuerst angezweifelt, da man eine Verschlechterung der Bedingungen für die Rheinanwohner in Schaffhausen befürchtete. Schließlich wurde das Projekt gebilligt; die Ausführungen kosteten 49.000 CHF . Im Auftrag des Nordostschweizerischen Schifffahrtsverbands veröffentlichte Sommer (1922) *eine Denkschrift über die Bodenseeregulierung*. Diese gab eine umfassende Darstellung der geschichtlichen Entwicklung, beispielsweise über frühere Hochwasser, sowie der wissenschaftlichen Grundlagen und vorangegangenen Projekte zur Bodensee-Regulierung. Er stellte ausführlich die gegenwärtigen wasserwirtschaftlichen Verhältnisse am Bodensee im Hinblick auf die Besiedlung der Ufer, die Landwirtschaft, Schifffahrt und Fischerei dar. Unabhängig von bisherigen Ideen brachte Sommer (1922) in seiner Denkschrift eigene Vorschläge zur Regulierung des Bodensees. Aus seinen Berechnungen der vergangenen Wasserstände geht hervor, dass der Bodensee im Frühjahr für mindestens 38 Tage auf einem minimalen Wasserspiegel von $395,14 \text{ m ü. M.}$ gehalten werden müsste. Mit dieser Vorabsenkung hätte ein Hochwasserschutzraum im See geschaffen werden können, der zu

einer Senkung des Hochwasserstandes von 1890 von 83 cm am Obersee und 98 cm am Untersee geführt hätte.

Während der Hochwasserphasen wäre der Abfluss des Rheins unverändert geblieben und hätte wie bisher das Maximum von $1062 \text{ m}^3/\text{s}$ nicht übersteigen sollen. In der zweiten Jahreshälfte wäre der Abfluss um einen bestimmten konstanten Betrag unter dem Zufluss gehalten worden, jedoch nur so weit, dass der Obersee am 15. September eines jeden Jahres nicht über die Marke von $396,77 \text{ m ü. M.}$ angestiegen wäre. Somit wäre im Fall eines extremen Hochwassers immer noch ein ausreichender Puffer von 37 cm gegeben gewesen, bis der Seespiegel auf eine schädliche Höhe von $397,14 \text{ m ü. M.}$ ($5,00 \text{ m}$ am Pegel Rorschach) angestiegen wäre. Ab dem 1. November wäre der See gleichmäßig bis auf den Tiefstand von $395,14 \text{ m ü. M.}$ gesenkt worden. Die Wasserführung des Rheins hätte durch die Umsetzung dieser Maßnahme im Mittel der Periode 1864-1911 während 170 Niedrigwassertagen pro Jahr ständig $215 \text{ m}^3/\text{s}$ betragen, was gleichermaßen der Schifffahrt und der Ausnutzung der Kraftwerke zugutegekommen wäre.

Um den Seespiegel regulieren zu können, plante Sommer (1922) auf der Strecke Stiegen-Eschenz bis Rheinklingen eine Flusskorrektur von $7,5 \text{ km}$ Länge mit Abgrabungen, ein Regulierwehr bei Rheinklingen inklusive Schiffsschleuse, um den Schiffsverkehr zwischen Konstanz und Schaffhausen weiterhin zu ermöglichen, sowie ein Wasserkraftwerk mit einer installierten Leistung von $6,62 \text{ MW}$. Die Denkschrift schließt mit der Berechnung von Kosten und Nutzen und zeigt einen Weg für die Finanzierung durch die Verteilung der Kosten, welche insgesamt auf ca. $17,1 \text{ Mio. CHF}$ geschätzt wurden.

Bauliche Maßnahmen

Auch Sommer (1922) hielt es für eine geeignete Lösung, eine Rinne zu baggern. Die von Honsell geplante Rinne lehnte er ab, da sie seiner Ansicht nach zu schmal und nicht tief genug gewesen wäre, was wiederum zu einer unzureichenden Absenkung der Hochwasserstände geführt hätte. Aus diesem Grund plante Sommer eine neue Korrekturstrecke, die in Eschenz unmittelbar am Übergang von Untersee zu Rhein angefangen hätte und unterhalb von Bibern geendet hätte. Die Rinne wäre von der Sohle des Flussbetts aus zwischen 2 m und 3 m tief gegraben worden und hätte sich in der Breite zwischen 80 m und 100 m erstreckt. Bei Stiegen wäre die 500 m lange sogenannte *Aichstrecke* verlaufen. Die Achse dieser *Aichstrecke* hätte zugleich die neue Grenze zwischen Baden und der Schweiz darstellen sollen, da diese für Hochwasser sensible Stelle so von beiden Ländern überwacht hätte werden können. Sommer (1922) plante am Ende der Flusskorrektur bei Rheinklingen ein Schützenwehr mit fünf Öffnungen von je 12 m Breite. Diese Stelle hätte sich für das Bauwerk geeignet, da nach der Regulierung eine Differenz von bis zu $4,50 \text{ m}$ zwischen Ober- und Unterwasserstand entstanden wäre. Außerdem hätte auf den mit 17 m sehr lang gewählten Pfeilern eine Brücke angelegt werden können, die eine Straßenverbindung zwischen Bibern und Rheinfeldern ermöglicht hätte. Beim Überfall hätte es sich um einen 240 m langen Saugüberfall gehandelt, der vor allem dann notwendig gewesen wäre, wenn ein Hochwasserereignis unerwartet aufgetreten wäre. Um weiterhin die Schifffahrt nicht zu behindern, war eine Schiffsschleuse mit einer 60 m langen und 15 m breiten Kammer geplant. Ein 80 m langer Fischpass hätte dafür gesorgt, dass die Fische auch flussaufwärts hätten wandern können.

3.6 Das Projekt der Gebrüder Maier

Bereits 1924 erfolgte ein weiterer Vorschlag von den Brüdern Maier aus Schaffhausen, die aus Interesse an der Fragestellung der Bodenseeregulierung auf eigene Kosten hin das Gutachten *Bodensee-Regulierung* erarbeiteten (MAIER & MAIER, 1924). In diesem Projekt wurden die Bodensee-Regulierung, Krafterzeugung und Schiffbarmachung des Rheins als Ganzes behandelt. Das Projekt sah eine Korrektur des Seerheins zwischen Ober- und Untersee, sowie eine Korrektur bei Rheinau vor. Um die Wasserstände zu regulieren, wurde ein Wehr mit Wasserkraftwerk und Schiffsschleuse bei Rheinklingen geplant. Durch eine Regulierung sollten die Hochwasserstände um etwa 80 cm vermindert, sowie die Niedrigwasserstände um 30-40 cm herabgesetzt werden. Die Maßnahmen sollten dazu dienen, wie bei den vorherigen Projektvorschlägen die Überschwemmungsgefahr zu mindern, aber auch die Rheinschifffahrt auf der Strecke zwischen Schaffhausen und Bodensee zu ermöglichen und den Bodensee als Speicher für die Kraftwerke am Oberrhein zu nutzen. Die maximale Abflussmenge des Rheins hätte sich bei diesem Konzept von ca. $1.080 \text{ m}^3/\text{s}$ auf $1.300\text{-}1.400 \text{ m}^3/\text{s}$ erhöht. Um weiterhin die *Schaffhauser Bedingung* zu erhalten, wurde eine große Ausweitung des Flussbetts in Schaffhausen geplant, die die Stadt vor jedem Hochwasser schützen hätte sollen.

Ebenso wie bei Sommer (1922) wären die Hochwasserstände nur in Ausnahmefällen bis auf 397,14 m ü. M. (5,00 m am Pegel Rorschach) angestiegen. Die kleinsten Abflussmengen sollten erhöht werden, sodass der Abfluss nie mehr unter $170 \text{ m}^3/\text{s}$ und nur in Ausnahmefällen unter $200 \text{ m}^3/\text{s}$ gefallen wäre. Dadurch wäre eine erhebliche Leistungssteigerung sämtlicher Rheinkraftwerke entstanden, woraus sich wiederum ein Gewinn von 92 Mio. kWh ergeben hätte. Die Kosten ohne das Kraftwerk bei Rheinklingen wurden mit 14,2 Mio. CHF angegeben. Letzten Endes stimmten aber die Anwohner gegen das Vorhaben, da sie die Stauungstrecke für zu lange hielten und eine weitere Tieferlegung der Niedrigwasserstände nicht befürworteten.

Bauliche Maßnahmen

Die Gebrüder Maier (MAIER & MAIER, 1924) planten Rheinkorrekturen an zwei verschiedenen Stellen, sowie ein Regulierwehr. Die erste Veränderung der Morphologie des Rheins sollte im Seerhein zwischen Ober- und Untersee durchgeführt werden. Anfangspunkt für das neue Trapezgerinne wäre der Leuchtturm im Konstanzer Hafen gewesen. Die Sohlentiefe wäre konstant bei 391,80 m ü. M. gelegen, während die Sohlbreite anfangs 300 m betragen hätte und bis 180 m auf 80 m (180 m vor der Brücke in Konstanz) verjüngt worden wäre. Bis 1,8 km nach der Brücke wäre aufgrund der ausreichenden Tiefe der natürlichen Sohle keine Verbesserung notwendig gewesen.

Der zweite Abschnitt des Rheins, der korrigiert werden sollte, befand sich zwischen dem Auslauf des Untersees bei Eschenz und dem Rheinfall bei Schaffhausen. Die Baumaßnahmen hätten an der Stiegenger Enge 145,4 km flussaufwärts von Basel begonnen. Dort wäre die Flusssohle auf einer Breite von 100 m auf 390,0 m ü. M. eingetieft worden. Bis kurz vor Stein am Rhein wären diese Werte durch Auffüllungen oder weitere Abtragungen beibehalten worden. Aufgrund der Engstelle an der Steiner Brücke war die Breite der sich auf 388,0 m ü. M. befindlichen Sohle hier auf 65 m festgelegt worden. Die bisher genannten Baumaßnahmen sind aus **Abbildung 3-8** ersichtlich. Im Folgenden wäre die Sohle auf einer Höhenkote zwischen 391,5 m ü. M. und 391,4 m ü. M. bei variierender Breite verlaufen. Der Zufluss des Schiener Bachs zum Rhein bei Hemishofen wäre um 300 m nach Westen

verlagert worden, die Flusssohle wäre ab hier bis km 139,3 (oberhalb von Basel) auf 391,0 m ü. M. abgegraben worden. Zwischen km 138,0 und km 136,0 wäre die Breite der Sohle, deren Höhe zwischen 388,9 m ü. M. und 388,9 m ü. M. verlaufen wäre, auf 60 m begrenzt worden. Anschließend wären bis km 127,4 nur kleinere Korrekturen notwendig gewesen. Die Breite und die Höhenlage der Flusssohle richteten sich nach den natürlich vorliegenden Verhältnissen, wobei die Vorländer größtenteils erhalten geblieben wären. Zwischen km 124,2 und km 122,9 in Schaffhausen war eine Erneuerung der Straßenbrücke vorgesehen, da das vorhandene Bauwerk den Abfluss zu stark einschränkte. Von der Brücke an flussabwärts sollte die Sohle durch Abbaggerungen tiefer gelegt werden bis zum Moserdamm, der komplett entfernt werden sollte. In der Folge hätte die Verbreiterung der Sohle mittels Felssprengungen bis 100 m oberhalb der Brücke beim Rheinfall (km 120,55) begonnen. Die Höhenkote der Sohle wäre in diesem letzten Abschnitt von anfangs 381,0 m ü. M. auf 379,5 m ü. M. abgefallen.

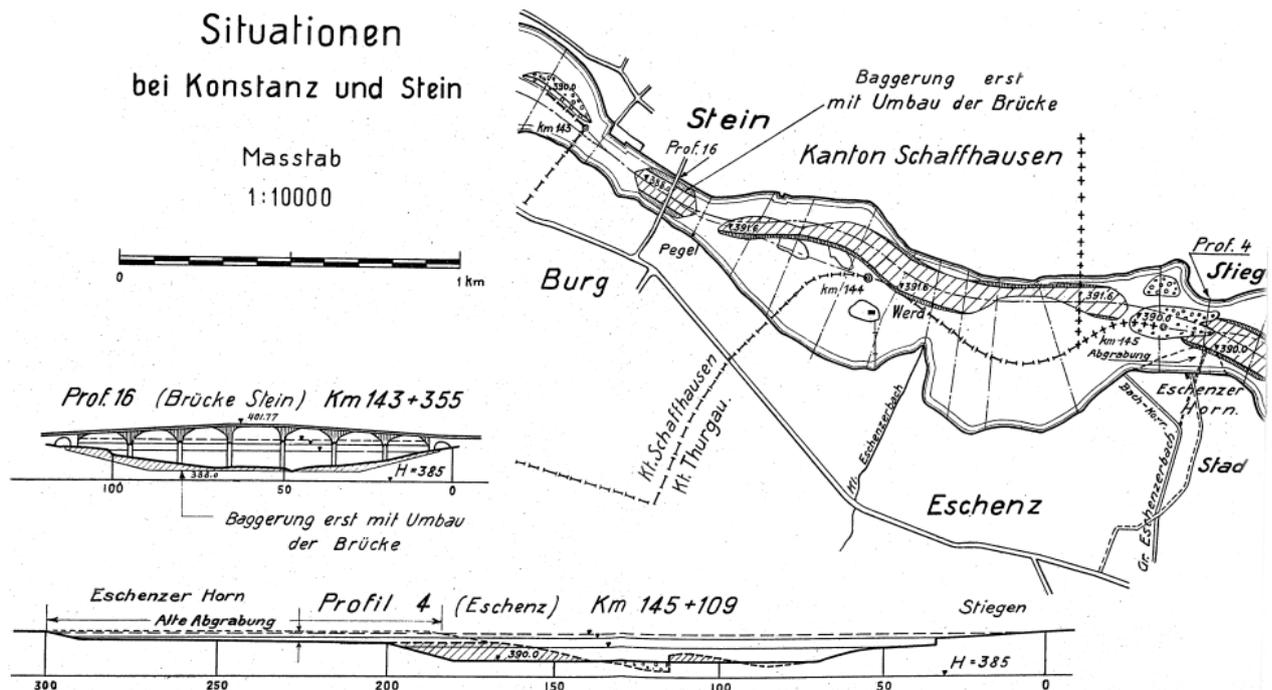


Abbildung 3-8 Korrektur des Rheinlaufs zwischen Stiegen und Stein am Rhein (MAIER & MAIER, 1924)

Die Gebrüder Maier (MAIER & MAIER, 1924) waren sich einig, dass zur Regulierung der Bodenseewasserstände und der Abflussmengen im Rhein morphologische Veränderungen des Flusslaufs alleine nicht ausreichen. Gerade im Hinblick auf die Wasserkraftnutzung und die Schiffbarmachung des Rheins war ein Regulierwehr unabdingbar. Die Lage des Wehrbauwerks wurde bei Rheinklingen oberhalb der Bibermündung festgelegt. Diese Stelle lag nah genug am Ausfluss des Untersees, um dessen Wasserstand, der auch den Wasserstand des Obersees bestimmt, wirksam zu beeinflussen und weit genug entfernt, um das Landschaftsbild bei Stein am Rhein nicht zu zerstören sowie eine möglichst hohe Energieausbeute zu erzielen. Das Wehr wäre als Schützenwehr mit sieben Öffnungen von je 15 m lichter Weite ausgeführt worden. Die maximale Oberwasserhöhe hätte 6,0 m betragen. Die kleinste Differenz zwischen Ober- und Unterwasserstand hätte 2,1 m, die größte 4,7 m betragen. Eine Ausnahme hätte der Hochwasserfall dargestellt, dort wären die Schützen vollständig geöffnet gewesen und es hätte kein Aufstau geherrscht. Das Anheben und Absenken der Schützen hätte elektrisch vom Bedienungshäuschen oder per Hand erfolgen können. Rechtsseitig, direkt an das Wehr anschließend, war eine Schiffsschleuse als Kammerschleuse mit einer Länge von 140 m vorgesehen. Für Motor- und Ruderboote war

am linken Rand des Flusslaufs eine Kleinschiffahrtsschleuse von 16 m Länge und 4 m Breite geplant, die gleichzeitig als Fischtreppe dienen hätte sollen. Zur Energiegewinnung durch das maximal 4,7 m betragende Gefälle wurde ein Turbinenhaus mit sechs Schraubenturbinen, die zusammen maximal 342 m³/s aufnehmen hätte können, links vom Stauwehr angeordnet. Für die untere Korrekturstrecke inklusive Wehr wäre einem Aushub von 2.370.000 m³ angefallen, von denen 110.000 m³ als Felsausbruch durchgeführt werden hätte müssen. Daraus wäre ein Füllvolumen von 835.000 m³ entstanden. Die überschüssigen 1.535.000 m³ hätten an tiefen Stellen im Bodensee versenkt werden sollen.

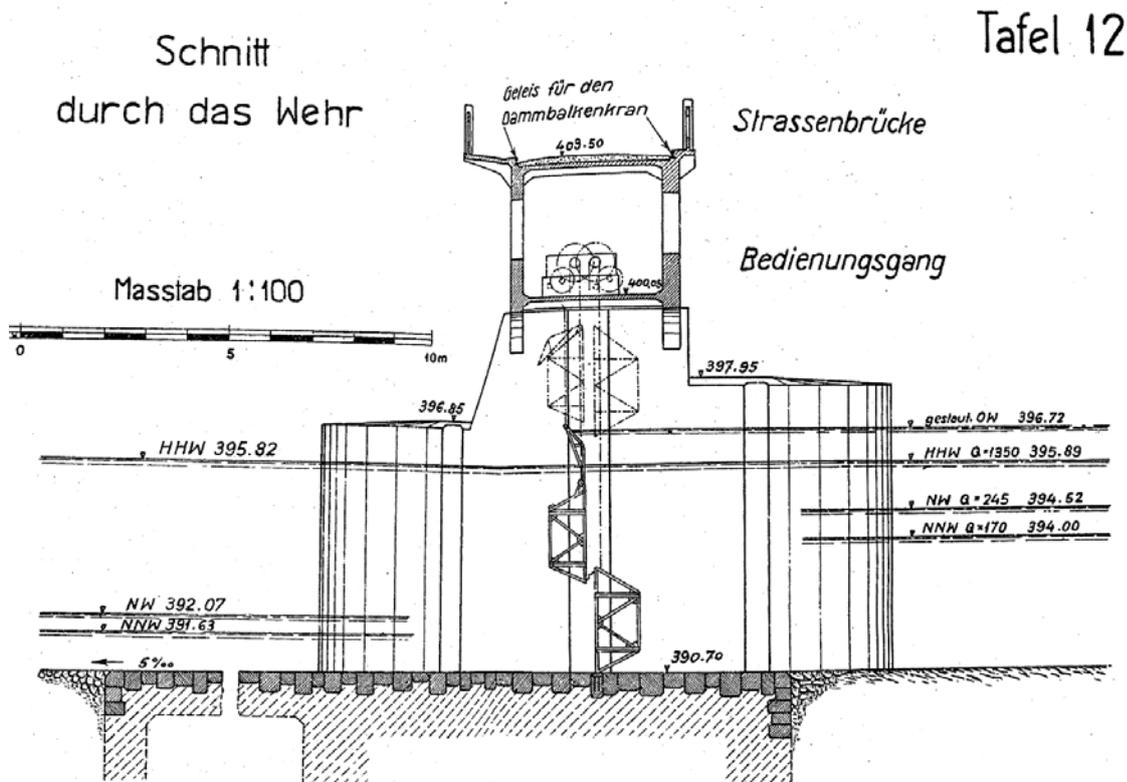


Abbildung 3-9 Schnitt durch das Schützenwehr in Rheinklingen (MAIER & MAIER, 1924)

3.7 Das Projekt Kobelt

Karl Kobelt verfasste 1926 im Auftrag des Eidgenössischen Amtes für Wasserwirtschaft das bis dahin umfangreichste und detaillierteste Projekt. Vorgesehen waren hier Sohlgrabungen im Rheinlauf zwischen Ober- und Untersee, sowie eine Rinne im Rhein von Eschenz bis Schupfen. Für die Regulierung war ein Wehr bei Hemishofen geplant, inklusive Fischpass und Schiffsschleuse. Die höchsten Wasserstände wären im Projekt um ca. 70-80 cm herabgesetzt, die niedrigsten um ca. 10 cm erhöht worden. Der maximale Abfluss sollte nur geringfügig auf ca. 1110 m³/s angehoben werden, sodass es keinerlei Probleme mit der *Schaffhauser Bedingung* gegeben hätte. Die kleinsten Abflüsse wären von etwa 100 m³/s auf 150 m³/s angehoben worden. Auch die Stauproduktion wurde berücksichtigt: Für die bestehenden Kraftwerke hätte sich damals ein Mehrwert von ca. 7 Mio. CHF ergeben (Kobelt, 1926, S. 88).

Dem sogenannten *Projekt 1926* stimmten im Herbst 1928 alle beteiligten Kantone zu, nachdem Schaffhausen Gewähr gegeben werden konnte, dass sich seine Interessen genügend wahren ließen, das heißt der Hochwasserabfluss nicht erhöht worden wäre. In der Folge bestellte dann der Bundesrat im Jahre 1928 die schweizerische Delegation für die Verhandlungen über die Ausführung des Werkes mit den Uferstaaten. Als Grundlage für diese Verhandlungen wurde der Entwurf zu einem Bundesgesetz zur Regulierung und einem Staatsvertrag aufgestellt, in welchem festgelegt werden sollte, wie die Kosten unter den Uferstaaten verteilt werden würden. 1933 folgten Kolkversuche an der ETH Zürich, um zu klären wie sich das Wehr beim Bauvorgang auf die Flusssohle auswirken würde. Die Ergebnisse der Versuche wurden in der Aufstellung des Bauprogramms berücksichtigt (BUNDESRAT DER SCHWEIZERISCHEN EIDGENOSSENSCHAFT, 1952). Im Herbst 1933 konnten dann die Delegierten der Schweiz, Deutschlands und Österreichs zu einer Konferenz zusammentreten, auf der hauptsächlich der von der Schweiz aufgestellte Staatsvertragsentwurf besprochen wurde und technische Diskussionen stattfanden. Bereits 1934 folgte ein Gegenbericht des deutschen Reichsverkehrsministeriums. 1938 unterbreitete Deutschland der Schweiz ein selbst aufgestelltes Wehrreglement, welchem die Schweiz ihrerseits nicht zustimmen wollte (OESTERHAUS, 1943). Erst 1942 konnte ein passendes Reglement gefunden werden, auf das sich Deutschland und die Schweiz einigen konnten, dieses wurde für weitere Verhandlungen dem badischen Finanz- und Wirtschaftsministerium zugestellt. Aufgrund des Zweiten Weltkrieges und der anschließenden Besetzung Deutschlands beschloss die Schweiz, das Projekt der Regulierung vorerst zu verschieben. Grundsätzlich war sie aber darauf bedacht, das Projekt zu fördern und, sobald es die Umstände zulassen würden, es zu realisieren (BUNDESRAT DER SCHWEIZERISCHEN EIDGENOSSENSCHAFT, 1952).

Bauliche Maßnahmen

Kobelt (1926) sah für die Regulierung vier bauliche Maßnahmen vor. Die erste stellte eine Sohlkorrektur auf einer 9,65 km langen Strecke zwischen dem Unterseeausfluss und Schupfen dar. Auf diesem Abschnitt zeichnete sich das natürlich vorliegende Höhenprofil der Sohle durch starke Schwankungen aus, wodurch dem Abfluss in diesem Bereich ein großer Widerstand entgegengebracht wurde. Die Sohle wäre dahingehend korrigiert worden, dass sie ein konstantes Gefälle besessen hätte, wodurch die Wassermengen besser abfließen hätte können. Zwischen dem Ausfluss aus dem Untersee und der Bibereinmündung nahm er eine Breite von 90 m und ein Gefälle von 0,11 ‰ an. Ab der Biberemündung bis Schupfen wurde die Breite auf 60 m reduziert und das Gefälle auf 0,20 ‰ erhöht. Die Böschungsneigung für das Trapezprofil der Rinne betrug auf der gesamten Strecke 1:3. Insgesamt wäre ein Aushubvolumen von 1.840.000 m³ angefallen. Durch die Rinne hätten sich auch die Bedingungen für die Schifffahrt verbessert. Selbst bei geringsten Abflüssen hätte der Wasserstand 2,5 m betragen. Von Schupfen abwärts bis Schaffhausen wären nur an einigen wenigen Standorten Verbesserungen der Sohle durchzuführen gewesen, die aber einen Aushub mit dem Volumen von 290.000 m³ zur Folge gehabt hätten.

Die zweite morphologische Veränderung, die Kobelt beabsichtigte, waren Abbaggerungen im Bereich der Übergänge zwischen Obersee und Seerhein sowie zwischen Seerhein und Untersee, um das Durchflussvermögen zwischen den beiden Seebecken zu verbessern. Die dank der zuvor erläuterten Maßnahmen verbesserten Abflussverhältnisse zu Beginn des Hochrheins könnten nur dann den Wasserstand des Obersees hinreichend beeinflussen, wenn die Verbindung zwischen Ober- und Untersee nicht zu stark rückgestaut würde. In der Bucht vor Konstanz war eine 100 m breite und 500 m lange Rinne auszubaggern, die oberhalb der Rheinbrücke begonnen hätte und sich über den Stadtgarten bis hin zur

Hafeneinfahrt erstreckt hätte. Bei Niedrigwasserverhältnissen hätte die Rinne auch dafür gesorgt, dass die Schifffahrt zwischen den beiden Seebecken ungefährdet gewesen wäre. Beim Ausfluss des Seerheins in den Untersee hätten zwischen Gottlieben und Ermatingen die bereits vorhandene Rheinrinne erweitert werden sollen. In den Bereichen, in denen bereits zwei Rinnen verliefen, wäre eine Sohlverbreiterung auf 70 m erfolgt, in den übrigen Bereichen auf 90 m. Auf Höhe von Gottlieben hätte die Sohlkorrektur auf einer Höhe von 390,0 m ü. M. geendet, was der Höhenkote entspricht, bei der die Rinne im Unterseeauslauf begonnen hätte.

Abbildung 3-10 zeigt exemplarisch die Korrekturmaßnahmen bei Hemishofen.

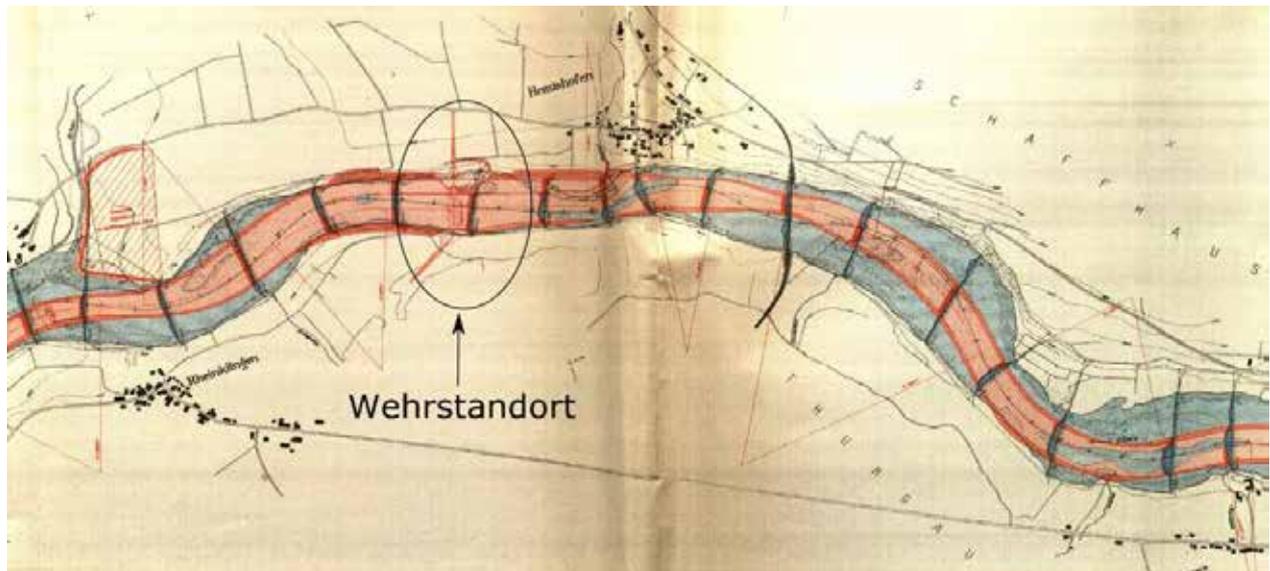


Abbildung 3-10 Korrekturstrecke (rot) des Abschnittes bei Hemishofen inkl. Wehrstandort (KOBELT, 1926; Beschriftung eingefügt)

Auch Kobelt plante ein Regulierwehr mit Schiffsschleuse bei Hemishofen. Der Standort wurde so gewählt, dass das Wehr nahe am Ausfluss des Untersees liegt, damit die Höhe der Stauwände nicht zu groß und somit die Baukosten nicht zu teuer werden würden. Ein Wehr bei Stein am Rhein kam nicht infrage, da diese alte Ortschaft in ihrer Schönheit erhalten werden musste. So fiel die Standortwahl auf Hemishofen, welches stromabwärts von Stein am Rhein liegt. Das Wehr wäre als bewegliches Wehr mit sechs Doppelschützen von je 15 m Breite ausgeführt worden, sodass die lichte Durchflussbreite 90 m betragen hätte. Die Schützen wären von der Wehrbrücke aus elektrisch gesteuert worden; die Aufzugsapparate wären vor Witterungseinfluss zu schützen und daher zu überdachen gewesen. Die fünf geplanten Pfeiler hätten eine Breite von je 3 m gehabt und hätten im Unterwasser 5 m, im Oberwasser 7,50 m in den Untergrund gereicht, um Auskolkungen vorzubeugen. Die betonierte Wehrschwelle befand sich ebenso wie die Flusssohle auf einer Höhe von 389,35 m ü. M. Der maximale Hochwasserabfluss hätte einen Wasserstand von 396,40 m ü. M. verursacht, welcher 0,6 m unter dem theoretisch möglichen Aufzug der Schützen lag. Im Widerlager auf der linken Seite war eine Fischtreppe geplant, deren einzelne Becken mit Ausnahme eines größeren Ruhebeckens in der Mitte eine Länge von 2 m und eine Breite von 1,5 m aufgewiesen hätten. Neben dem Widerlager auf der rechten Seite war eine Schiffsschleuse geplant, um die wachsende Schifffahrt durch das Wehr nicht zu stark zu beeinträchtigen. Die lichte Weite der Schleusenammer hätte 15 m, die Länge

60 m betragen. Diese Abmessungen hätten das Schleusen der im Jahre 1926 größten, den Rhein befahrenden Schiffe ermöglicht. Ebenso wie die Wehrpfeiler reichten die Fundamente der Schleusenmauer 5 m bzw. 7,50 m in den Untergrund. Falls in Zukunft die Notwendigkeit gegeben hätte sein sollen, wäre es aufgrund der günstigen Uferverhältnisse möglich gewesen, neben der ersten Schleuse eine zweite von gleicher Größe zu erstellen. Ebenso hätte die Länge der Schleusenammer auf 135 m erhöht werden können, um der Großschifffahrt gerecht zu werden, welche erwartet wurde, sobald für diese die Strecke zwischen Basel und Bodensee durchgehend befahrbar gewesen wäre. Auf beiden Seiten der Schleuse waren Schifffahrtsrinnen von 36 m Breite und 100 m (Oberwasser) bzw. 170 m (Unterwasser) Breite auszubaggern, um die minimale Fahrwassertiefe nicht unter einen Wert von 3,50 m bzw. 2,90 m fallen zu lassen. Auf der aus Stahlbeton zu bauenden Wehrbrücke war eine 4,5 m breite gepflasterte Fahrbahn geplant. Die Unterkante der Wehrbrücke hätte auf Kote 402,50 m ü. M. gelegen, was eine minimale Durchfahrtshöhe für die Schiffe von 6,10 m zur Folge gehabt hätte. Das komplette Wehr ist in **Abbildung 3-11** zu sehen.

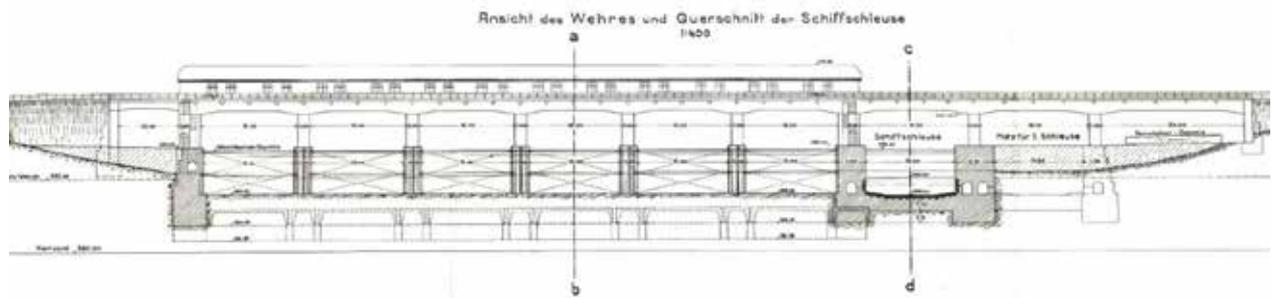


Abbildung 3-11 Ansicht des Schützenwehres bei Kobelt (KOBELT, 1926, bearbeitet)

3.8 Projekt 1953: Locher & Cie AG

Vom Eidgenössischen Amt für Wasserwirtschaft wurde 1953 die Firma Locher & Cie AG (LOCHER & CIE AG., 1953) mit der Ausarbeitung eines Gesamtprojekts zur Bodenseeregulierung beauftragt. Das Projekt beruhte im Grunde auf den Vorplanungen des Projekts Kobelt (1926), welches nicht realisiert wurde. Der Auftrag bestand darin, das eher generell gehaltene Projekt Kobelts zu überarbeiten und in ein konkretes Bauprojekt zu überführen. Als wasserwirtschaftliche Grundlage diente das 1943 aufgestellte Regulierreglement. Auch hier war die Rheinkorrektur zwischen Ober- und Untersee vorgesehen, sowie der Bau eines Regulierwehres mit Schleuse und Fischpass bei Hemishofen und die Korrektur des Ausflusses am Untersee. Ziel des Projektes war die Beseitigung der Überschwemmungsgefahr am Bodensee und die Hebung der Niedrigwasserstände am Rhein zur Verbesserung der Schifffahrt und der Kraftnutzung am Hochrhein. Im Unterschied zum Vorgängerprojekt von Kobelt (1926) befasste es sich weniger mit den allgemeinen wasserwirtschaftlichen Rahmenbedingungen und dafür mehr mit der technischen Ausführung sowie baulichen Umsetzung. So lagen für dieses Projekt bereits viele detaillierte Querprofilaufnahmen und neue Abflussmessungen vor, welche durch das eidgenössische Amt für Wasserwirtschaft zur Verfügung gestellt werden konnten. Ebenso konnte auf geologisch-erdbaumechanische Untersuchungen zurückgegriffen werden.

Anders als in den vorangegangenen Projekten, wurde in diesem Projekt die Krafnutzung nicht berücksichtigt. Es wurde zwar der Einbau einer eventuellen Nutzwasserturbine im eigentlichen Regulierwehr bei Hemishofen für eine Abflussmenge von 150-200 m³/s mit in Betracht gezogen, aber nicht explizit geplant. So gab es keine konkreten Überlegungen für den Wehrstandort.

Die höchsten Wasserstände hätten durch die Regulierung um ca. 50 cm herabgesetzt werden können. Ebenso hätte eine Niedrigwasseraufhöhung von 20 cm erfolgen können, indem der See im Herbst kurz künstlich gestaut worden wäre, um im Winter höhere Wasserstände zu erhalten. Im langjährigen Mittel wäre der Seespiegel wenige Zentimeter höher als zuvor gelegen. Der bis dahin maximal verzeichnete Abfluss von 1153 m³/s aus dem Jahr 1890 wäre nur leicht auf maximal 1200 m³/s erhöht worden. Die Kosten für die Korrektur bei Eschenz sowie für das Wehr und die Schleuse wurden auf 30.883.000 CHF geschätzt. Das Projekt wurde jedoch nie realisiert.

Bauliche Maßnahmen

Dieses Konzept zur Regulierung des Bodensees wurde als erste konkrete bauliche Maßnahme ausgearbeitet. Die Vorbedingungen waren, dass die Wasserstände der Seebecken einen Pegel von 397,14 m ü. M. (Obersee) bzw. 396,85 m ü. M. (Untersee) nicht überschreiten und der maximale Ausfluss aus dem Untersee höchstens 1150 m³/s betragen dürfte. Die Maßnahmen bestanden im Wesentlichen aus drei Punkten:

- Abflusskorrektur des Seerheins
- Abflusskorrektur am Auslauf des Untersees in den Hochrhein
- Bau eines Regulierwehrs bei Hemishofen

Oberhalb der Konstanzer Brücke war eine 750 m lange trichterförmige Rinne geplant, welche sich von einer Breite von 90 m zu etwa 250 m aufweiten sollte. Das Sohlgefälle war mit 2 ‰ geplant (vgl. **Abbildung 3-12**). Durch das vorgegebene Sohlgefälle von 2 ‰ wäre die Sohle bis zur Brücke auf eine Höhe von ca. 390,6 m ü. M. abgefallen. Zwischen Konstanz und Gottlieben wäre das natürlich vorhandene Abflussprofil ausreichend gewesen, um eine gute Verbindung zwischen den Seebecken zu gewährleisten. Einzig auf einem 300 m langen Abschnitt bei Strohmeyersdorf wäre eine Rinne von 60 m Breite auszubaggern gewesen. Das Gefälle auf dieser Strecke hätte konstant 0,1 ‰ betragen und die Sohle wäre in der Abschnittsmittle auf einer Höhe von 390,50 m ü. M. gelegen. Zwischen Gottlieben und Ermatingen sah das Projekt eine ca. 2,5 km lange Rinne vor, deren Sohle am Startpunkt unterhalb von Gottlieben auf einer Höhe von 390,25 m ü. M. gelegen hätte und mit einem Gefälle von 0,1 ‰ bis zum Endpunkt bei Ermatingen auf eine Höhe von 390,00 m ü. M. abgefallen wäre. Die Rinne hätte an der Sohle eine Breite von 60 m und eine sehr flache Böschungsneigung von 1:5 erhalten. Im Wesentlichen hätte die geplante Rinne in diesem Abschnitt durch den Ausbau des bestehenden Fließquerschnitts verwirklicht werden können. Diese Verbesserung der Verbindung zwischen Ober- und Untersee hätte sich bei normalen Wasserverhältnisse kaum bemerkbar gemacht, lediglich im Hochwasserfall hätte sie eine Absenkung des Oberseespiegels um rund 10 cm ergeben (LOCHER & CIE AG, 1953).

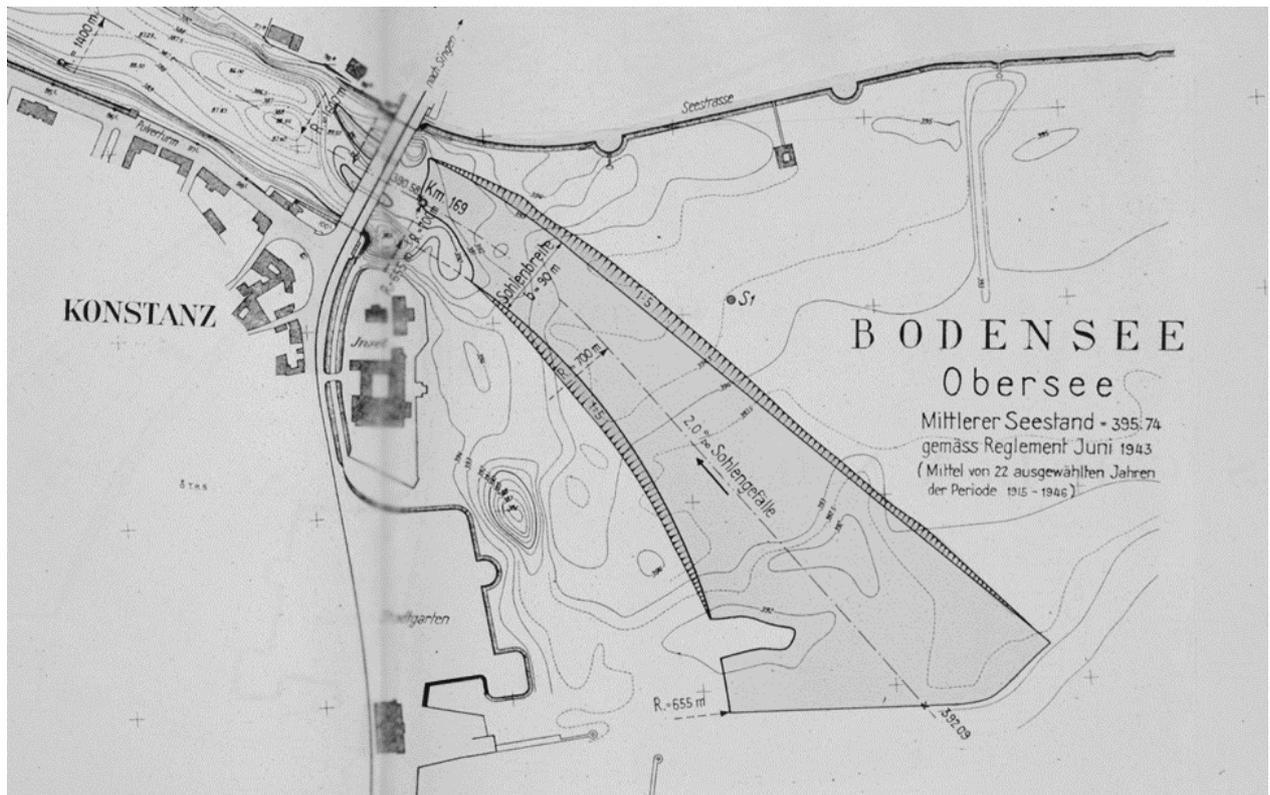


Abbildung 3-12 Draufsicht auf die geplante Rinne am Auslauf des Obersees (LOCHER & CIE AG, 1953)

Zusätzlich erachtete die Firma Locher & Cie AG eine Korrektur des Rheins vom Auslauf des Untersees bei Eschenz bis Schupfen als notwendig. Die ca. 10 km lange Rinne wäre 700 m oberhalb der Engstelle von Stiegen bei Eschenz gestartet. Die Sohle wäre auf einer Höhe von 388,12 m ü. M. gelegen und wäre bis zum Wehr bei Hemishofen horizontal verlaufen. Von dieser Stelle bis Schupfen wäre die Sohle bei einem Sohlgefälle von 0,31 ‰ von 388,08 m ü. M. auf 387,98 m ü. M. gefallen. Die Sohlbreite hätte auf der gesamten Strecke bis zum Wehr 100 m betragen und die Böschungsneigung wäre mit 1:5 möglichst flach gewählt gewesen. An einigen Stellen hätte aufgrund der morphologischen Gegebenheiten vom geplanten Querprofil der Rinne abgewichen werden müssen. So wäre bei den Engstellen bei Stein am Rhein und Hemishofen die Rinnenbreite auf 75 m bzw. 60 m verringert und die Böschungsneigung auf 1:4 bis 1:3 erhöht worden. Um dennoch denselben Durchfluss zu ermöglichen, wäre an diesen Engpässen die Sohle um 3 m bis 4 m tiefer zu legen gewesen. Das gleiche galt für den Abschnitt unterhalb von Hemishofen, wo die Sohlbreite der Rinne zwischen 50 m und 80 m lag. Ebenfalls eine Besonderheit stellten die Werd-Inseln oberhalb von Stein am Rhein dar. Hier hätte sich die Rinne in einen 50 m breiten Arm links und einen 55 m breiten Arm rechts des kleinen Inselgruppchens aufgeteilt (vgl. **Abbildung 3-13**).

Um zusätzlich der Abflusskorrektur des Hochrheins die Seestände regulieren zu können und ein zu tiefes Absinken zu verhindern, wurde ein Regulierwehr geplant. Bei der Wahl der Wehrstelle spielten topographische und geologische Verhältnisse eine Rolle (LOCHER & CIE AG, 1953).

Der Standort des Wehrs wurde ca. 1.100 m flussabwärts von Hemishofen gewählt (wie bereits von Kobelt (1926) vorgeschlagen). Diese Variante erlaubte den Erhalt des Deltas des

Hemishofener Bachs und wurde allgemein aus landschaftlicher Hinsicht als geeignet erachtet. Zur sicheren Ableitung des Hochwassers wäre ein Wehr mit vier Öffnungen à 26,00 m erforderlich gewesen, mit einer gesamten lichten Durchflussweite von 96,00 m. Das Wehr war als Dachwehr geplant, da die Untergrundverhältnisse bei Hemishofen heterogen sind. Im technischen Bericht (LOCHER & CIE AG, 1953) wurde auch die Ausführung als Segmentwehr kurz behandelt, jedoch nicht weiter ausgeführt. Der Vorteil eines überströmbaren Wehrs wäre, dass sich die Last gleichmäßig auf den Untergrund verteilt und nicht auf einzelne Punkte konzentriert. Außerdem wäre das Wehrbauwerk ständig überströmt und im Gegensatz zum Segmentwehr optisch sehr unauffällig.

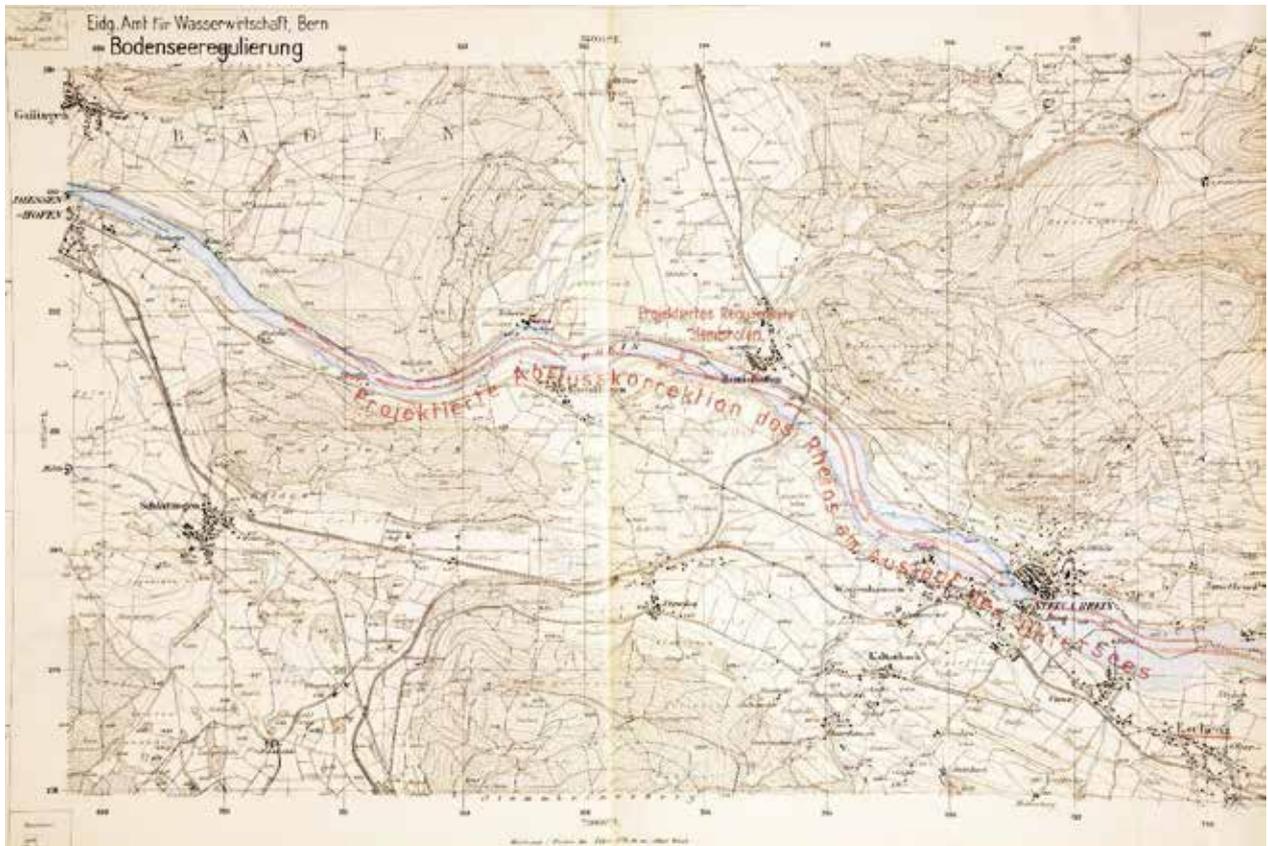


Abbildung 3-13 Übersicht der Korrekturstrecke am Hochrhein (LOCHER & CIE AG, 1953)

Die Höhe der Grundschwelle wäre auf 389,30 m ü. M. gelegen, wenn das Dachwehr vollständig eingeklappt gewesen wäre. Die Höhe der Dachverschlüsse ergab sich aus dem zugrundeliegenden Reglement 1943, bzw. den darin vorgegebenen Untersee-Wasserständen und wäre bei 5,82 m gelegen. Die bewegliche Konstruktionshöhe hätte sich somit zwischen 389,30 m ü. M. und 395,02 m ü. M. befunden. In dieser Stellung wären ca. 245 m³/s über das Wehr geflossen. Im Hochwasserfall wären die vier Verschlüsse eingeklappt worden und es hätten 1.200 m³/s über das Wehr abgeführt werden können (LOCHER & CIE AG, 1953). **Abbildung 3-14** zeigt den Detailquerschnitt des Dachwehrs.

Die Bewegung der Dachklappen sollte hydraulisch erfolgen und wäre also vom Wasserspiegelgefälle zwischen Unter- und Oberwasser abhängig. Gerade bei niedergelegten Klappen bestand die Gefahr, dass die Wasserspiegeldifferenz nicht groß genug gewesen wäre, um die Verschlüsse wiederaufzurichten. Daher wäre zusätzlich eine Druckluftanlage eingebaut worden, mit der die Dachklappen im Notfall gesteuert hätten werden können. Die vier Öffnungen hätten dabei unabhängig voneinander bewegt werden

können. Um die Personenschifffahrt zwischen Basel und Bodensee weiterhin zu gewährleisten, hätte eine Schifffahrtsschleuse von 70 m auf 12 m genügt. Die Großschifffahrt bestand zum damaligen Zeitpunkt nicht (auch da der Rheinflall ein unüberwindbares Hindernis war und auch heute noch ist). Es wurde jedoch in den 1950er Jahren noch damit gerechnet, dass sich im Zuge der Bodenseeregulierung auch die Fracht- und Großschifffahrt zwischen Basel und Konstanz etablieren würde. Deshalb war die Schleuse so geplant, dass sie nachträglich auf bis zu 175 m Länge vergrößert hätte werden können. Da auf dem Rhein ein reger Verkehr mit Paddelbooten und Kleinkähnen herrschte, wäre darüber hinaus noch eine Kleinkahnschleuse angedacht gewesen. Die Abmessungen wären 16 m auf 4 m und links neben der großen Schleuse angeordnet gewesen.

Damit die Fischwanderung im Rhein durch das Wehr nicht behindert worden wäre, war im rechten Widerlager ein Fischpass eingeplant. Der Fischpass war durchgehend 1,50 m breit und als Beckenpass geplant mit einer Stufenhöhe von 15 cm und einer gesamten Länge von 82 m. **Abbildung 3-15** zeigt die Draufsicht auf das Dachwehr, inklusive Schleusen und Fischpass.

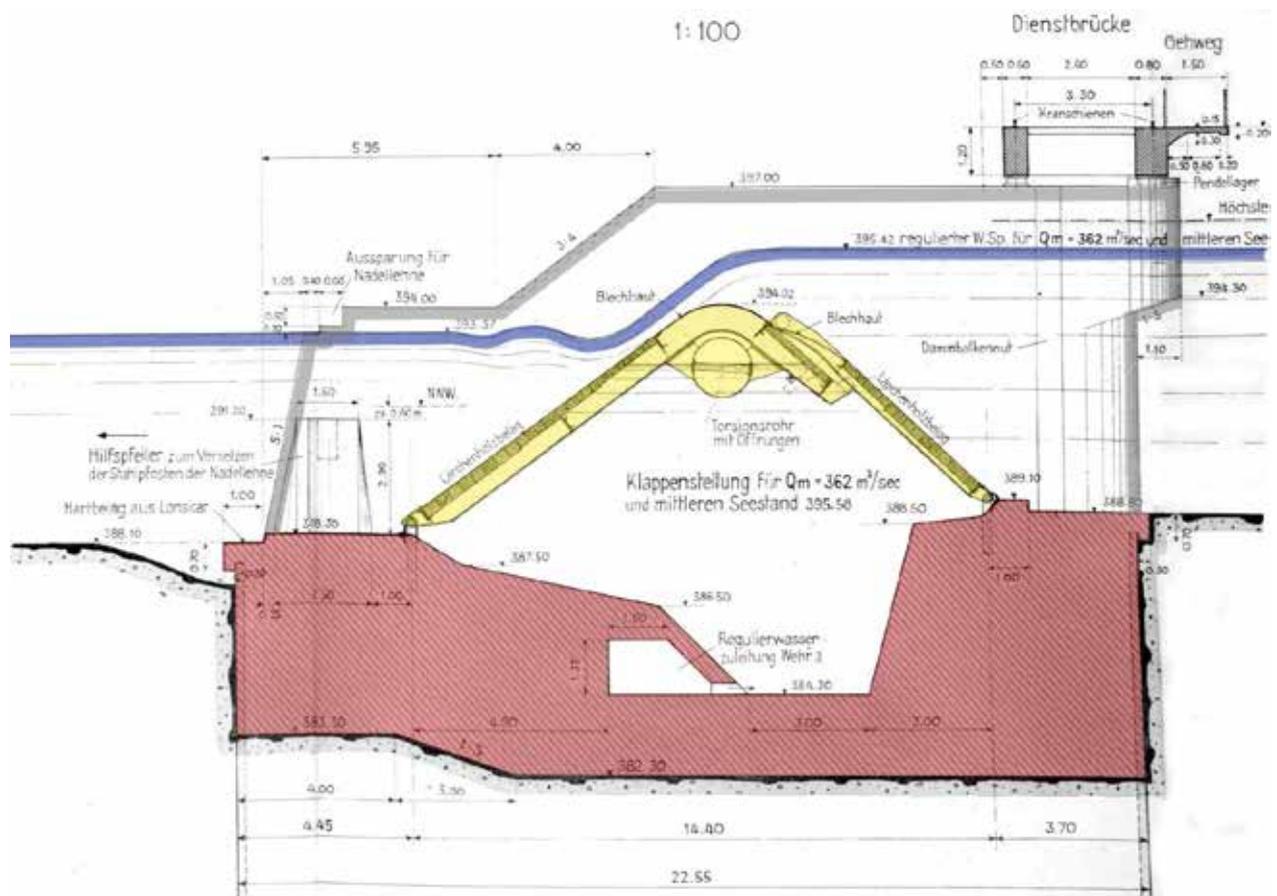


Abbildung 3-14 Detailquerschnitt des Dachwehres bei Hemishofen; rot eingefärbt das Fundament, gelb die Wehrklappe (LOCHER & CIE AG, 1953)

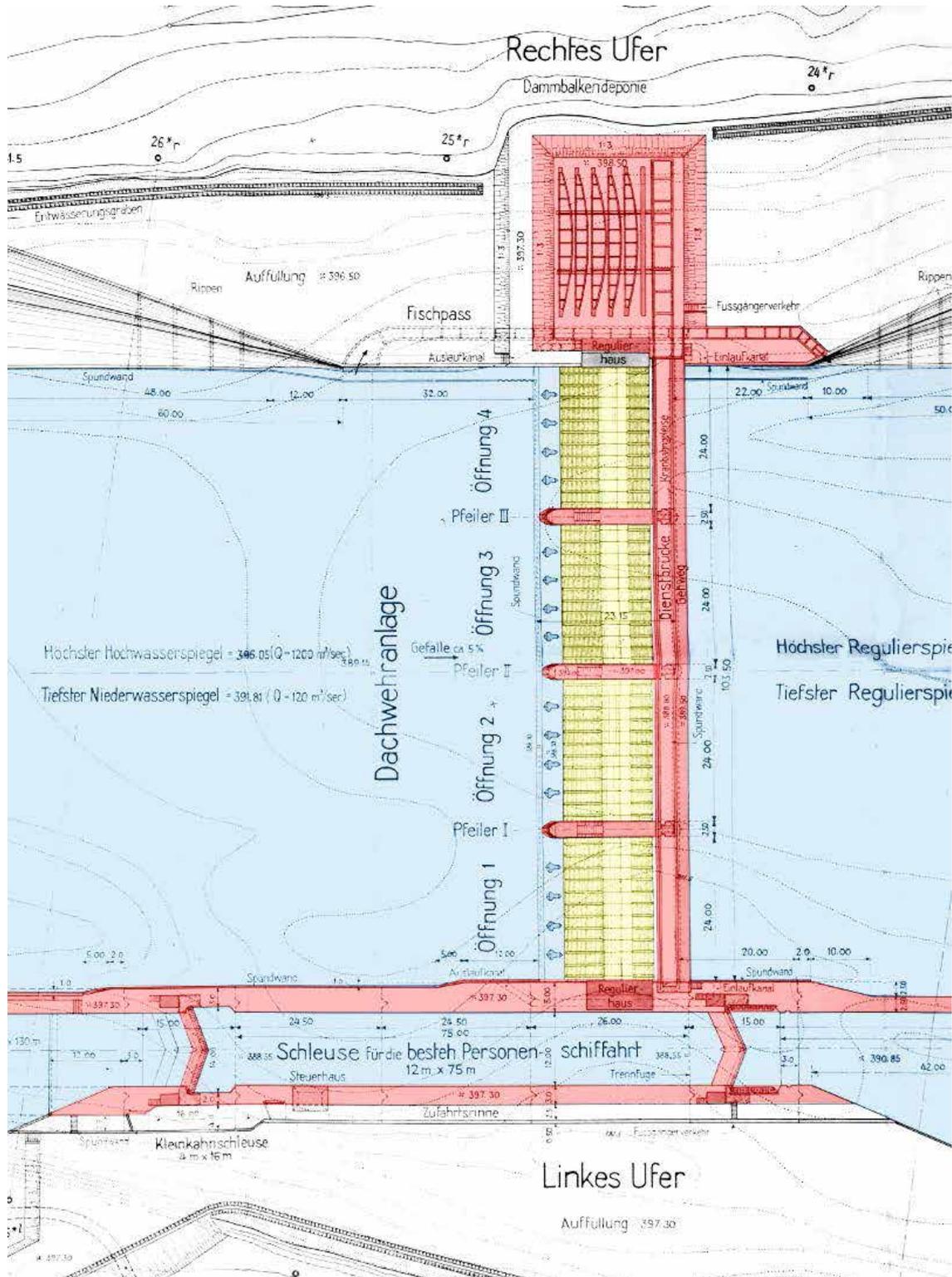


Abbildung 3-15 Draufsicht des Dachwehres; In Gelb die Wehrklappen, rot die Wehrpfeiler und die Schiffsschleuse (LOCHER & CIE AG, 1953)

Nachdem die Projekte konzipiert worden waren, aber nie ausgeführt wurden, erfolgte im Oktober 1969 der erneute Auftrag. Im Vergleich zur Version von 1953 galt es, beim neueren Projekt vom Internationalen Technischen Ausschuss festgelegte Bedingungen bezüglich der maximalen Wasserstände und Abflussmengen einzuhalten. Die Wasserstände der Seebecken durften einen Pegel von 397,14 m ü. M. (Obersee) bzw. 396,85 m ü. M.

(Untersee) nicht überschreiten. Der maximale Ausfluss aus dem Untersee durfte höchstens 1.150 m³/s betragen. Anhand dieser Vorgaben überarbeitete die Firma Locher & Cie AG die Entwürfe von 1953 und übergab dem Eidgenössischen Amt für Wasserwirtschaft im Oktober 1971 eine verbesserte Ausarbeitung zur Bodenseeregulierung.

Um die gewünschten Ziele zu erreichen, sahen die Ingenieure der Firma Locher & Cie AG, wie bereits im Projekt 1953 vorgesehen, zunächst eine Korrektur des Seerheins zwischen Konstanz und Ermatingen vor. Beim Übergang vom Obersee zum Seerhein war oberhalb der Konstanzer Brücke beginnend eine ungefähr 750 m lange Rinne in Trichterform in Richtung Obersee vorgesehen, wie sie in **Abbildung 3-12** dargestellt ist.

Insgesamt wäre für die Korrekturen zwischen Ober- und Untersee ein Erdaushubvolumen von 600.000 m³ angefallen, welches an tiefen Stellen des Untersees versenkt worden wäre.

Im Zuge der Umbaumaßnahmen sollte auch der Pfahljochsteg zur größten der Werd-Inseln durch eine neue Brücke ausgetauscht werden. Das anfallende Aushubvolumen hätte 1.150.000 m³ betragen und wäre beidseitig im Uferbereich des Untersees zwischen Berlingen und Eschenz versenkt worden.

3.9 Projekt 1967 R: Locher & Cie AG

Das Projekt 1967 R (EIDG. AMT F. WASSERWIRTSCHAFT, 1967) war eigentlich kein eigenständiger Projektvorschlag, sondern eine Überarbeitung des Projekts 1953. Trotzdem soll er hier kurz erwähnt werden. Im Projekt ging es darum, die Ausbaugröße für den Abfluss am Rhein zu erhöhen, da vergangene Hochwasserereignisse (z.B. 1965) gezeigt hatten, dass das Projekt 1953 zu gering dimensioniert sein könnte. Bei einem maximalen Abfluss von 1.150 m³/s hätte der Unterseestand auf 396,14 m ü. M. gelegen, d.h. ca. 79 cm tiefer als beim Vorgängerprojekt. Da der Rhein nun tiefer gegraben worden wäre, hätte auch das Wehr größer dimensioniert werden müssen. Die Rheinkorrektur des Projektes 1967 R und das Abflussvermögen des Rheins wurden bei völlig geöffnetem Wehr so groß gewählt, dass sie gerade noch im Sinne der *Schaffhauser Bedingung* vertretbar waren. Das Projekt 1967 R wurde auch als Maximalprojekt und 1953 als Minimalprojekt bezeichnet, da bei ersterem die Erdarbeiten umfangreicher gewesen wären. Die Mehrkosten für Projekt 1967 R beliefen sich auf ca. 13,5 Mio CHF. Genaue Pläne oder Ausarbeitungen liegen nicht vor.

3.10 Projekt 1972: Locher & Cie AG⁶

Die Firma Locher & Cie. wurde 1969 erneut mit der Ausarbeitung eines allgemeinen Projektes zur Regulierung des Bodensees beauftragt (LOCHER & CIE AG., 1971). Im Wesentlichen basierte es auf dem Projekt 1953 und unterschied sich davon durch ein größeres Abflussvolumen am Auslauf des Bodensees zwischen Eschenz und Schupfen. Der Grund für das Projekt war ein neues Reglement des Eidgenössischen Amtes für Wasserwirtschaft (1973), welches tiefere Wasserstände im Hochwasserfall vorschrieb.

⁶ Das Projekt der Locher & Cie AG wird teilweise auch als Projekt 1971 benannt, da die ersten Unterlagen dazu 1971 erschienen sind. In Anlehnung an Vischer (1989, 2001) wird es hier aber unter dem Namen Projekt 1972 geführt.

Zusätzlich wurde mit Vertretern des Natur- und Heimatschutzes ein neuer Wehrstandort gewählt, weshalb das Projekt 1953 komplett neu überarbeitet wurde. In seinen Grundzügen kann das Vorhaben in drei wesentliche Abschnitte gegliedert werden:

- Regulierwehr unterhalb Hemishofen, inklusive der erforderlichen Schifffahrtsanlagen
- Korrektur des Rheins zwischen Eschenz und Schupfen, was einen Hochwasserabfluss von 1.150 m³/s bei einem maximalen Unterseestand von 396,32 m ü. M. ermöglichen sollte (zum Vergleich Projekt 1953: maximaler Abfluss von 1.200 m³/s bei einem Unterseestand von 396,93 m ü. M.)
- Korrektur des Seerheins gemäß des Projektes 1953

Bauliche Ausführung

Die wesentlichen Unterschiede zum Projekt 1953 (bzw. 1967 R) lagen in einem kleiner angesetzten Abflussvermögen des Hochrheins und einem ca. 300 m weiter flussabwärts liegenden geplanten Wehrstandort.

Im Gegensatz zum Projekt 1953 hätte die Korrektur einen größeren Teil des natürlichen Flussbetts umfasst. Die Sohle hätte auf einer Breite von 100 m korrigiert und vertieft werden sollen. Die Korrektur hätte bei Eschenz beginnen und auf einer Länge von ca. 10 km bis unterhalb von Schupfen durchgeführt werden sollen bei einer kontinuierlichen Sohlneigung von 0,31 ‰.

Das Wehr war neben den Korrekturarbeiten der weitere integrale Bestandteil des Regulierungsvorhabens, um zu verhindern, dass die Seestände auf ein zu niedriges Niveau fallen. Aus topographischer Hinsicht eignete sich eine Engstelle ca. 1.100 m unterhalb Hemishofen für die Errichtung des Regulierwehrs. Dies wurde bereits im Projekt 1953 (LOCHER & CIE AG, 1953) so vorgeschlagen. Aus Kreisen des Natur- und Landschaftsschutzes wurde dieser Standort jedoch als ungünstig erachtet, da durch das Wehr das Delta des Hemishofer Bachs zerstört worden wäre. Letztlich konnte sich auf einen Standort geeinigt werden, der gegenüber dem Projekt 1953 ca. 300 m flussabwärts lag.

Aufgrund der geologisch ungünstigen kiesigen und sandigen Verhältnisse fiel die Entscheidung beim Wehrtyp wieder auf das Dachwehr, da hierbei keine konzentrierten Pfeilerlasten auftreten und die Kräfteübertragung gleichmäßig über die ganze Wehrbreite erfolgt (Locher & Cie AG, 1972b). Auch aus ästhetischen Gründen eignete sich das Dachwehr.

Das geplante Wehr hätte über vier Öffnungen zu je 26,00 m Breite verfügt. Die Höhenkote des Wehrs wäre bei vollständig eingefahrenen Senkverschlüssen auf 390,60 m ü. M. gelegen. Die höchstmögliche Stellung der Dachkrone wäre auf 395,30 m ü. M. gelegen. Bei der größten Abflussmenge von 1.150 m³/s und freiem Wehrdurchfluss wäre der Wasserspiegel am Wehr auf 395,75 m ü. M. gelegen. Insgesamt hätte der Oberwasserstand am Wehr nur um 1,84 m geschwankt, was sich aus den einzuhaltenden Höchst- und Tiefstständen des Bodensee-Untersees ergab. Die Vorgaben zur Abflussmenge am Wehr waren im Reglement 1973 (vergleiche Kapitel 4.1) erfasst.

Die zusätzlichen Bauten am Regulierwehr, wie Personenschiffschleuse, Kleinbootschleuse und Fischpass, erfolgten in Analogie zu den Ausarbeitungen im Projekt 1953 (LOCHER & CIE AG, 1971). Die Gesamtkosten für die Rheinkorrektur und Regulierwehr wurden auf 82.220.000 CHF geschätzt.

3.11 Projekt 1973: Bächtold AG

Die Bächtold AG (BÄCHTOLD & STÄDELMANN, 1971) erarbeitete als Alternative zum offiziellen Projekt 1953 (LOCHER & CIE AG, 1953) in einem Vorprojekt eine Regulierung des Bodensees durch minimale technische Eingriffe. Durch Baggerungen einer Rinne und Querschnittsverbreiterung im Rhein sollten ohne den Einbau eines Wehrs eine Absenkung der Hochwasserstände im Obersee um bis zu 50 cm erreicht werden, was sich vor allem positiv auf die mittleren Hochwasserstände ausgewirkt hätte. Bei Hochwassern mit einer höheren Wiederkehrperiode wäre der See dennoch über die Ufer getreten. Auch wären die Niedrigwasserstände um ca. 1 m gefallen (*Variante A*). Dies wurde als inakzeptabel erachtet (VISCHER, 2001). Aus diesem Grund schlugen die Verfasser noch zwei weitere Varianten zur genannten *Variante A* vor.

Variante B sah eine ca. 300 m lange Grundschwelle mit einer Schifffahrtsrinne oberhalb von Eschenz vor, welche (zusätzlich zu den Abgrabungsarbeiten im Rhein laut *Variante A*) den Hochwasserspiegel unter die Schadensmarke gesenkt hätte, aber die Niedrigwasserstände gegenüber den bestehenden Verhältnissen nicht verändert hätte. Die Schwelle sollte bei jedem Seestand überströmt werden. Die Schifffahrtsrinne sollte einen permanenten Schiffsverkehr zwischen Schaffhausen und Konstanz ermöglichen. Bei einem Hochwasserabfluss von $1100 \text{ m}^3/\text{s}$ wären über die Schwelle $870 \text{ m}^3/\text{s}$ und durch die Rinne $230 \text{ m}^3/\text{s}$ abgeflossen.

In *Variante C* war an derselben Stelle eine feste Grundschwelle mit Schlauchwehraufsatz geplant; dies hätte einen variablen Füllstand ermöglicht. Das Schlauchwehr wäre im Hochwasserfall entleert worden, sodass dieselben Hochwasserverhältnisse wie in *Variante A* vorgelegen hätten; im Niedrigwasserfall hätte der Seespiegel dadurch aber um bis zu 70 cm gehoben werden können (BÄCHTOLD & STÄDELMANN, 1971). Das Wehr wäre praktisch immer überspült gewesen und die Geschwindigkeit des Wassers in der Schifffahrtsrinne wäre nicht höher als an anderen Stellen am Hochrhein gewesen. Die Kosten wären auch wesentlich geringer gewesen als im offiziellen Projekt 1953 (BÄCHTOLD & STÄDELMANN, 1971).

Nach eingehender Überprüfung der verschiedenen Varianten kam letztlich nur *Variante C* in Betracht, welche weiter ausgearbeitet wurde (BÄCHTOLD, 1973). Die Niedrigwasserstände wären dadurch am Obersee auf 395,00 m ü. M. gehalten worden. Die Hochwasserstände hätten nicht über 397,22 m ü. M. ansteigen sollen.

Zur Regulierung war die o.g. feste Grundschwelle mit Schlauchwehraufsatz beim Eschenzer Horn vorgesehen (BÄCHTOLD, 1973). Das geplante Schlauchwehr hätte aus einem Schlauch aus imprägniertem, reißfestem Nylongewebe bestanden, der mit Wasser oder Luft hätte gefüllt werden können. Zusätzlich wäre der Schlauch innen- und außenseitig durch eine Neoprensicht umgeben gewesen, die sowohl abdichtend, als auch schützend gewirkt hätte. Die im Schlauch vorhandene Füllmenge hätte durch den regulierbaren Wasserspiegel eines Reservoirs, das durch eine Leitung mit dem Schlauch verbunden ist, gesteuert werden können. Die Krone der festen Grundschwelle hätte sich auf einer Höhe von 394,30 m ü. M. befinden und ca. 4 m breit sein sollen. Mithilfe des Schlauchwehrs hätte die Höhe der Krone um 0,50 m bis auf 394,80 m ü. M. anwachsen können. Die Böschungsneigung hätte 1:2 betragen. In der Mitte des Flusses wäre das Schlauchwehr unterbrochen worden; zu Gunsten einer 240 m langen Schifffahrtsrinne mit einer Sohlbreite von 25 m und einer Böschungsneigung von 1:1,5. Oberwasserseitig hätte sich ein 55,0 m langer Einlauf befunden, dessen Sohlbreite anfänglich 52,0 m betragen und sich allmählich auf 25,0 m verjüngt hätte (vgl.

Abbildung 3-16). Analog dazu war im Unterwasser ein 45,0 m langer Auslauf vorgesehen, der sich bis zu seinem Ende auf 46,0 m verbreitert hätte. Die Strecke von Beginn des Einlaufs bis zum Ende des Auslaufs hätte insgesamt 340 m gemessen. Die Sohle wäre auf diesem Abschnitt von 392,60 m ü. M. mit einem Gefälle von 0,221 ‰ auf 391,85 m ü. M. gefallen. Der gesamte Grundriss ist in **Abbildung 3-17** zu sehen. **Abbildung 3-18** zeigt wie sich das Schlauchwehr (leicht abgeänderte Variante mit der Schiffsschleuse linksseitig) in die Landschaft eingefügt hätte.

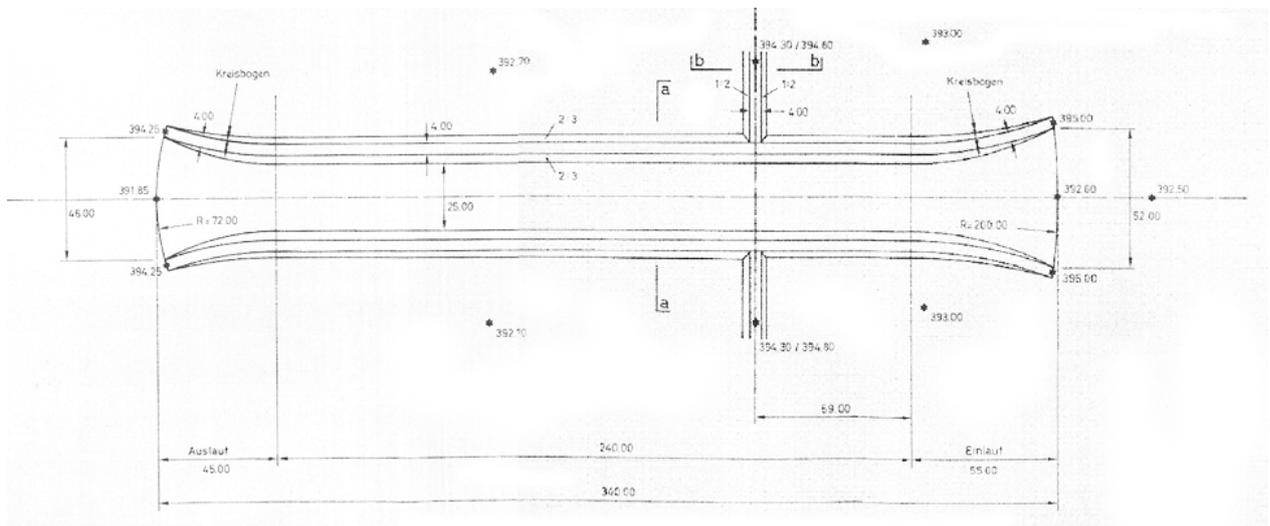


Abbildung 3-16 Bemessung der Schifffahrtsrinne (BÄCHTOLD, 1973; bearbeitet)

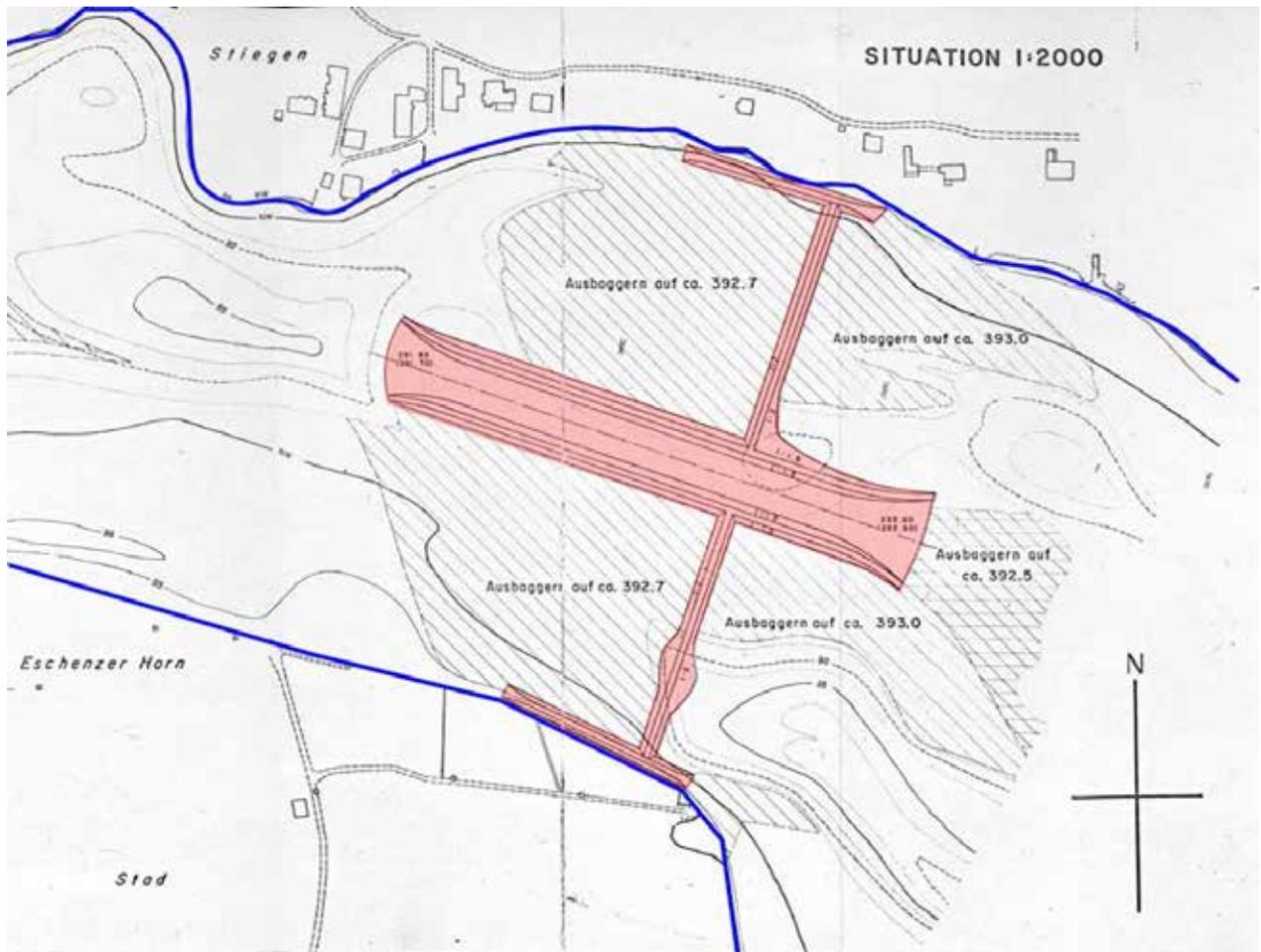


Abbildung 3-17 Draufsicht Rinne und Wehre am Übergang vom Untersee zum Hoahrhein (BÄCHTOLD, 1973)

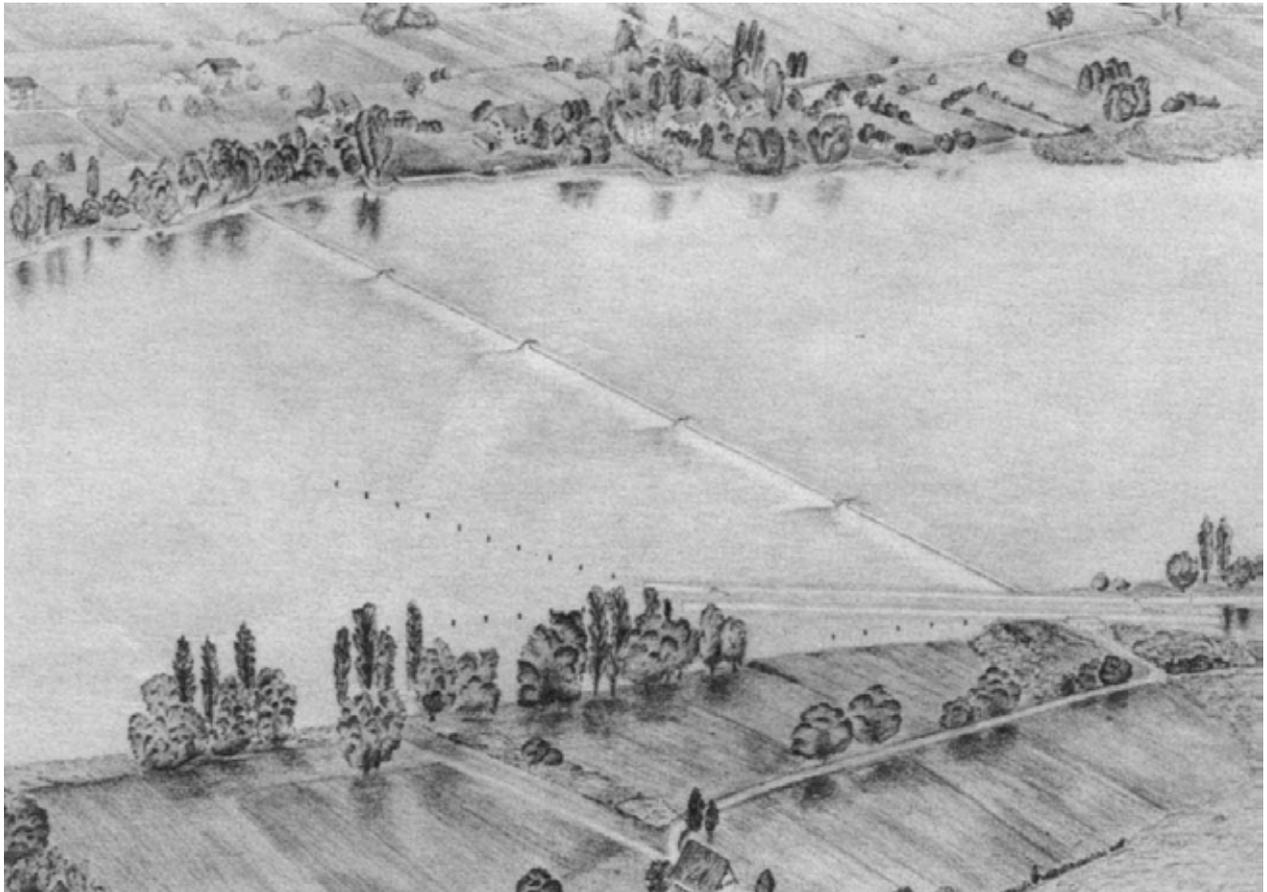


Abbildung 3-18 Die projektierte Grundschwelle mit aufgesetztem Schlauchwehr und linksseitig angeordneter Schiffschleuse (VISCHER, 1989)

3.12 Variantenvergleich

Tabelle 3-2 gibt eine Übersicht über die verschiedenen Wehrtypen und Standorte. **Abbildung 3.1** gibt eine Übersicht, wo sich die Ortschaften am Hochrhein befinden.

Tabelle 3-2 Übersicht über die Wehrtypen und Standorte

Projekt	Wehrtyp	Standort
Legler (1891)	Festes Wehr	Stein am Rhein
von Steiger (1902)	Festes Wehr	Eschenz
Sommer (1922)	Schützenwehr	Rheinklingen
Maier (1924)	Schützenwehr	Rheinklingen
Kobelt (1926)	Schützenwehr	Rheinklingen
Projekt 1953: Locher & Cie AG	Dachwehr	Hemishofen
Projekt 1967: Locher & Cie AG	Dachwehr	Hemishofen
Projekt 1972: Locher & Cie AG	Dachwehr	unterhalb Hemishofen
Projekt 1973: Bächtold AG	Schlauchwehr	Eschenz

3.13 Stollenlösung

Prof. Vischer (2001) unterbreitete in seinem Gutachten neben den bekannten Projekten auch einen eigenen Vorschlag, um die Hochwasserstände am Bodensee zu mindern. Die Idee basiert auf einem Entlastungsstollen, über welchen die Wassermassen abgeführt hätten werden können, statt sie über die Engstelle bei Stein am Rhein und Rheinklingen abzuführen. Wenn der Unterseestand über eine Kote von 395,90 m ü. M. gestiegen wäre, d. h. ab einem Rheinabfluss von 500 m³/s wäre zusätzlich Wasser über den Stollen abgeführt worden. Im Hochwasserfall (Unterseestand: 396,85 m ü. M.) wären ca. 350 m³/s über den Stollen und nur 800 m³/s über den Hochrhein abgeflossen.

Die Vorschläge unterteilten sich in eine Bypass-Lösung und eine Überleitung in die Thur. Bei dieser Lösung sollte ein ca. 7,5 km langer Freilaufstollen das Wasser bis Rheinklingen, an der Engstelle bei Eschenz vorbeiführen. Eine andere Möglichkeit war die Weiterführung des Stollens bis zum Rheinfall. Diese Lösung hätte aber keinen Überflutungen am Hochrhein vorgebeugt.

Für die Ableitung in die Thur war ein Stollen von ca. 8 km zwischen Mammern am Untersee und Warth an der Thur vorgesehen. Die verfügbare Fallhöhe von ca. 11 m hätte zu einem Querschnitt von ca. 70 m² geführt. Wie beim Bypass sollten so im Hochwasserfall ca. 350 m³/s der Thur zugeführt werden (Kosten ca. 350 Mio. CHF).

4 Hydrologische Wirkungsanalyse

Im Folgenden wird die Auswirkung der verschiedenen Projekte auf den Bodenseewasserstand und das Abflussregime des Rheins besprochen und verglichen, sofern dies in den einzelnen Projekten thematisiert wird.

4.1 Reglementsentwürfe

Ebenso wichtig wie die bauliche Ausführung der Projekte ist die zugrundeliegende gezielte Steuerung der Abflüsse aus dem Bodensee, um den Wasserstand auf dem gewünschten Niveau zu halten. Hierfür wurden Reglementsentwürfe für die Steuerung des Wehres ausgearbeitet, welche kurz erläutert werden.

Reglement Honsell

Honsell (1879) gab im eigentlichen Sinne keine richtigen Bestimmungen vor, wie der Bodensee zu regulieren ist. Jedoch wurde anhand von vergangenen Wasserständen dargelegt, wie sich das Regulierungsvorhaben auf den Wasserstand und den Abfluss des Bodensees ausgewirkt hätten. **Abbildung 4-1** zeigt, wie sich der Wasserstand und der Abfluss im Jahre 1865 in Konstanz und in Stein am Rhein durch das Vorhaben im Vergleich zum wirklichen Zustand verhalten hätten.

Reglement Legler

Legler (1891) erläuterte das neue Abflussregime des Bodensees, welches sich durch sein Regulierungsprojekt ergeben hätte, exemplarisch anhand der Abflüsse für das Jahr 1890. Bezogen auf die Höchststände von 1890 hätte die Spiegelhöhe um bis zu 83 cm reduziert werden können. Die Niedrigwassergrenze wäre unverändert geblieben. **Abbildung 4-2** zeigt einen Vergleich der Wasserstände bei Stein am Rhein im Zeitraum von Mai bis November 1890.

GRAPHISCHE DARSTELLUNG DER WASSERSTÄNDE UND AUSFLUSSMASSEN
mit ihren Veränderungen als Folge der projectirten Regulirung:

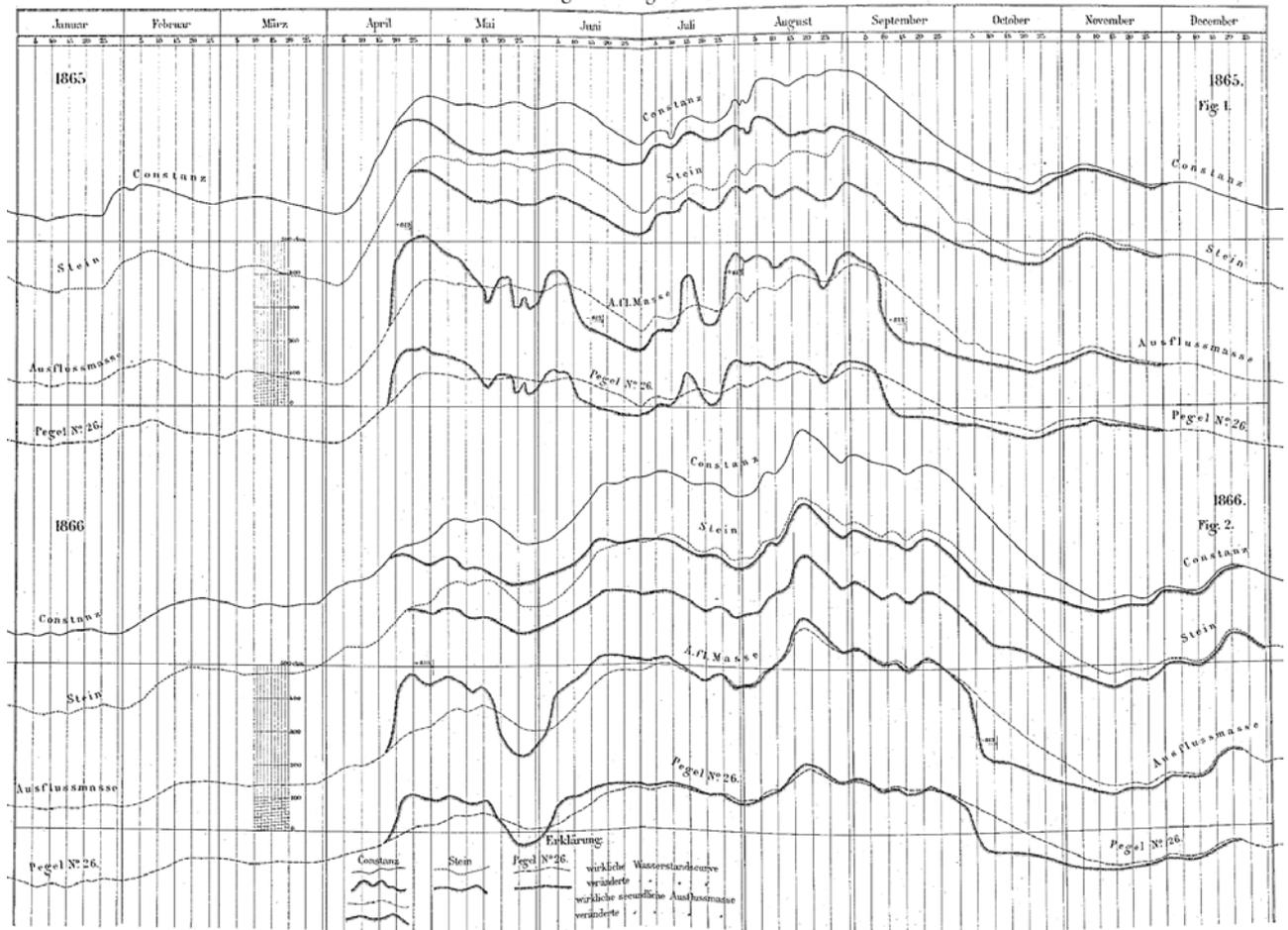


Abbildung 4-1 Darstellung der Wasserstände und Ausflussmassen in Konstanz und Stein am Rhein 1865 im wirklichen Zustand (gestrichelte Linie) und als Folge des Projekts Honsells (gestrichelte Linie) (HONSELL, 1879)

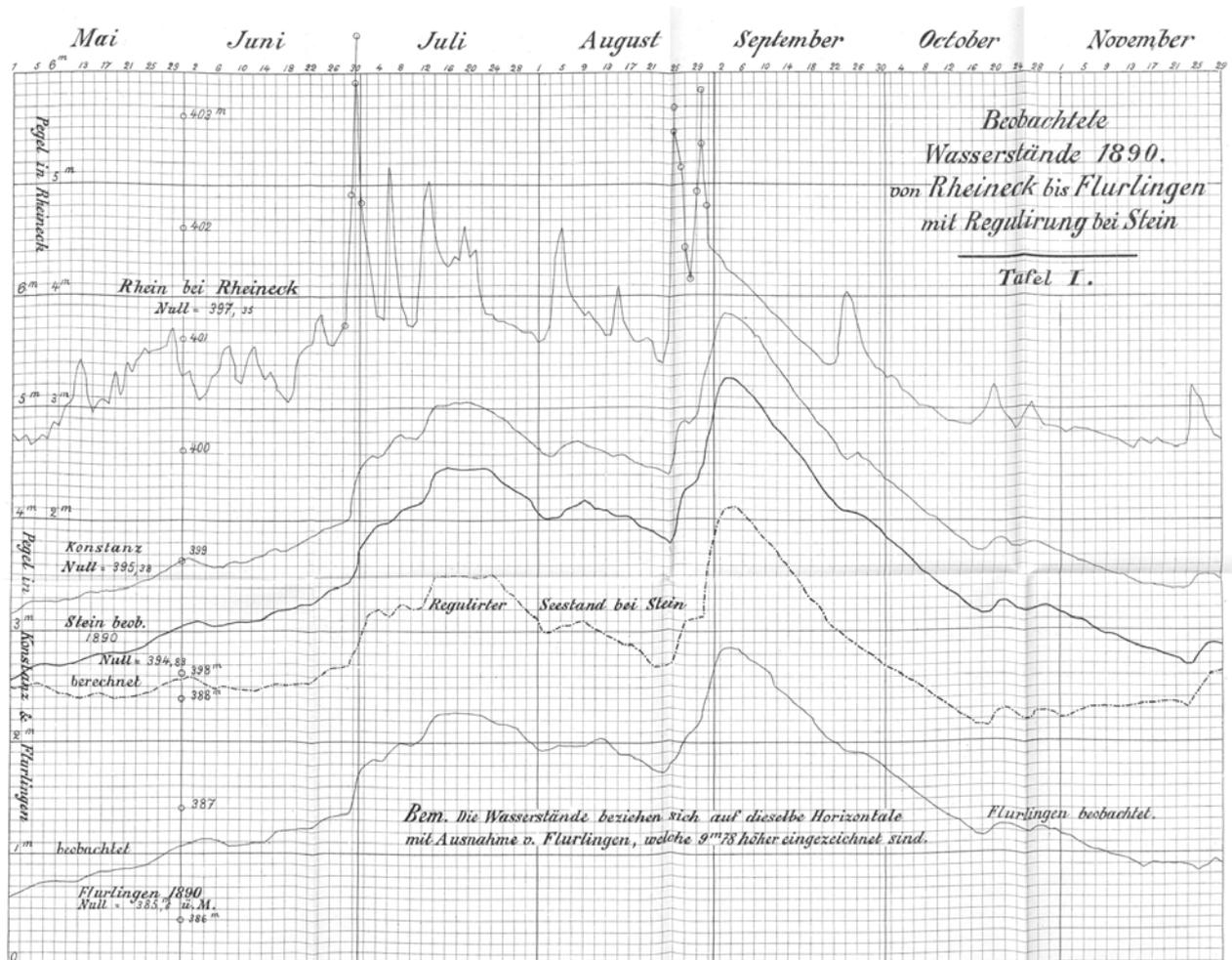


Abbildung 4-2 Beobachtete Wasserstände und Wasserstände der Regulierung bei Stein am Rhein im Zeitraum Mai bis November 1890 (LEGLER, 1891)

Reglement Gerber

Gerber (1899) hat kein Reglement vorgeschlagen.

Reglement Bossard

Bossards (1912) Überlegungen beruhen darauf, den Anstieg des Seespiegels zu verzögern und vor allem den Seespiegel vor Eintreffen der Hochwasserwelle abzusenken. Wie dies geschehen sollte, spezifizierte er nicht weiter. Als Grundlage für die Regulierung legte er folgende Hoch- und Niedrigwassergrenzen fest, innerhalb derer sich die Wasserstandsregulierung abzuspielen habe.

Tabelle 4-1 Im Reglement festgelegte Hoch- und Niedrigwassergrenzen (BOSSARD, 1912)

	Grenzen	Wasserstand [m ü. M.]
Obersee	Niedrigwasser	395,16
	Hochwasser	397,16
Untersee	Niedrigwasser	394,82
	Hochwasser	396,90

Bezogen auf den Referenzpegel Rorschach am Bodensee-Obersee (Pegel Nullpunkt: 392,17 m ü. M.) bedeutete dies, dass die Hochwassergrenze bei 5,00 m und die Niedrigwassergrenze bei 3,0 m gelegen hätten. Der Seespiegel wäre erst in der zweiten Septemberhälfte auf 4,30 m am Pegel Rorschach angehoben worden. In dieser Zeit war nach Bossard (1912) nicht mehr mit extremen Anstiegen des Seespiegels zu rechnen, gleichzeitig war noch genügend Puffer (0,70 cm) vorhanden, um Hochwasser abzdämpfen. Ab Mitte Oktober hätte der Seespiegel kontinuierlich sinken und Mitte April die 3,00 m Marke am Pegel Rorschach erreichen und diesen Stand etwa einen Monat halten sollen. Anschließend hätte der Seespiegel langsam wieder steigen sollen. Mitte August hätte dann begonnen werden können, den Seespiegel auf 4,30 m zu heben. **Abbildung 4-3** zeigt den Reglementsentwurf Bossards (1912).

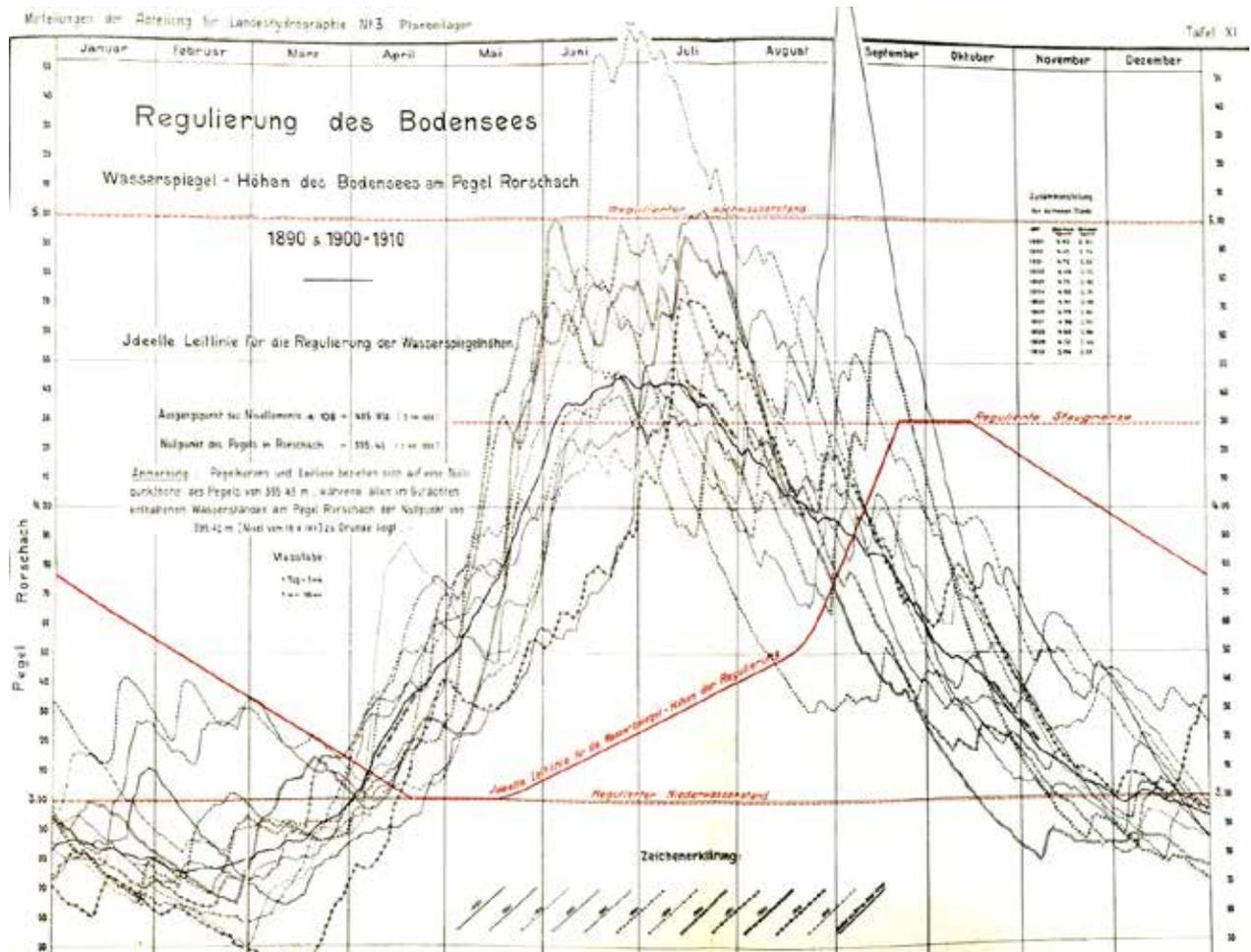


Abbildung 4-3 Reglements-vorschlag nach Bossard (1912) im Vergleich zu den tatsächlichen Wasserständen 1890 und 1900 – 1910 (BOSSARD, 1912; bearbeitet)

Reglement Sommer

Sommer (1922) stellt kein komplettes Reglement auf, dafür aber einige wichtige Bedingungen. Die Staubedingungen lauteten (SOMMER, 1922):

- Der Vorabfluss vom 1. April bis 8. Mai eines jeden Jahres gewährleistet die Senkung des Seespiegels um 0,83 m und damit den nötigen Hochwasserschutzraum, wobei der Höchstabfluss 750 m³/s nicht überschreiten darf.
- Der freie Abfluss vom 8. Mai bis 20. Juni soll sicherstellen, dass sowohl die Seeufer als auch die Gestade von Diessenhofen, Bissingen und Schaffhausen vor Überflutung geschützt sind.
- Die Wiederauffüllung vom 20. Juni bis 3. November gestattet die Benützung des Sees als Speicherbecken.
- Das gleichmäßige Ablassen des Wassers vom 12. Oktober bis 1. April gewährleistet eine ständige Wasserführung im Rhein von 215 m³/s während 170 Tagen.
- Das Halten des Seespiegels 3,00 m am Pegel Rorschach sichert die Einhaltung der Niedrigwasserbedingung.

Reglement Maier

Maier & Maier (1924) versuchten die Regulierung optimal an die Bedürfnisse der Wasserkraft anzupassen und über das ganze Jahr hin konstant zu halten. Dies war aber nicht möglich, da die mittlere Abflussmenge von $340 \text{ m}^3/\text{s}$ nicht über das ganze Jahr hin eingehalten werden hätte können. Eine einzuhaltende Mindestabflussmenge von $260 \text{ m}^3/\text{s}$ hielten sie aber für möglich. Der gewünschte normale Seestand von $396,74 \text{ m ü. M.}$ ($4,60 \text{ m}$ am Pegel Rorschach) war dabei ab Anfang Oktober einzustellen und sollte über längere Zeit gehalten werden. Ab April sollte der Wasserstand dann wieder auf $395,15 \text{ m ü. M.}$ gesenkt werden, um Sommerhochwasser zu dämpfen. Die Schadensgrenze wurde auch hier auf $397,14 \text{ m ü. M.}$ festgelegt und sollte nur in Ausnahmefällen und nur sehr kurz überschritten werden.

Mit der Regulierung wäre der tiefste Wasserstand etwa 5 Wochen später als bisher erreicht worden, der höchste Wasserstand hätte sich etwa um 13 Wochen verzögert.

Abbildung 4-4 zeigt das erarbeitete Wehrreglement. Je nach Jahreszeit und aktuellem Wasserstand gab das Linienreglement die einzustellende Wassermenge an.

Reglement Kobelt

Kobelt (1926) stellte sein Wehrreglement so auf, dass einerseits die Kraftwerke am Oberrhein einen möglichst großen Nutzen davon gehabt hätten, andererseits die Schifffahrtsverhältnisse am Rhein und die Landwirtschafts- und Fischereinteressen in gebührender Weise gewahrt worden wären.

Abbildung 4-5 zeigt das von Kobelt (1926) aufgestellte Wehrreglement. Die rote Linie stellt dabei die maximale Stauliniengrenze dar. Zusätzlich ist durch die Grenzkurve maximaler Seestände angedeutet, wie die Hochwasserstände durch die Regulierung vermindert worden wären.

Im Anhang **Abbildung B - 3** ist eine Beispielrechnung der Seestände von 1906 nach dem Reglementsentwurf von Kobelt (1926) zu finden.

Reglementsentwurf von 1943

Zum Reglementsentswurf von Kobelt (1926) bestanden lange Zeit starke Differenzen zwischen den Vertretern Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. Die Prüfung der jeweiligen Reglementsentswürfe zog sich einige Jahre hin, sodass man sich erst 1943 auf ein neues Wehrreglement einigen konnte (OESTERHAUS, 1943). Dabei wurden die folgenden Hochwasserschadensgrenzen ermittelt (**Tabelle 4-2**):

Tabelle 4-2 Schadensgrenzen am Ober- und Untersee (OESTERHAUS, 1943)

	Grenzwert [m ü. M.]
Obersee	397,14
Untersee	396,85

Mit Rücksichtnahme auf die Landwirtschaft und die Kraftwerke am Oberrhein sollte der See so reguliert werden, dass beginnend bei den niedrigsten Seeständen im Mai bis hin zum 15. September die Wasserstände stetig erhöht worden wären. Die Abflüsse sollten dabei höher sein als jene im unregulierten Zustand. Somit wäre bezweckt worden, dass der

höchste gewünschte Seestand am Untersee von 396,45 m ü. M. erst am 15. September eines jeden Jahres erreicht worden wäre. Diese Höchstmarke sollte lediglich vom 15. September bis zum 31. Oktober gehalten werden, anschließend wieder um 10 cm bis zum 30. November gesenkt werden (BADISCHES AMT F. FINANZEN, 1951). Dadurch wären Herbsthochwasser gedämpft und es wäre insgesamt genügend Wasser vorrätig gehalten worden um den Abfluss im Frühjahr zu erhöhen. 1951 folgte ein Zusatz zum Reglementsentwurf von 1943. Die Reguliergrenze wurde für die Zeit von 15. Juli bis 31. Oktober auf 396,60 m ü. M. angeordnet, also teilweise etwas höher als beim Reglement 1943. Als Hochwasserschutz wären demnach nur 25 cm verblieben, was nur möglich bei einem entsprechenden Meldesystem im Schneegebiet mit einer genauen Vorhersage war. Des Weiteren wurde die Speicherung ab 15. Juli dadurch verstärkt, dass der Abfluss auf 340 m³/s gedrosselt wurde. Dies wäre jedoch immer abhängig von den jeweiligen Schneeverhältnissen im Einzugsgebiet gewesen (BADISCHES AMT F. FINANZEN, 1951).

Graphische Darstellungen oder ein Linienreglement waren nicht auffindbar.

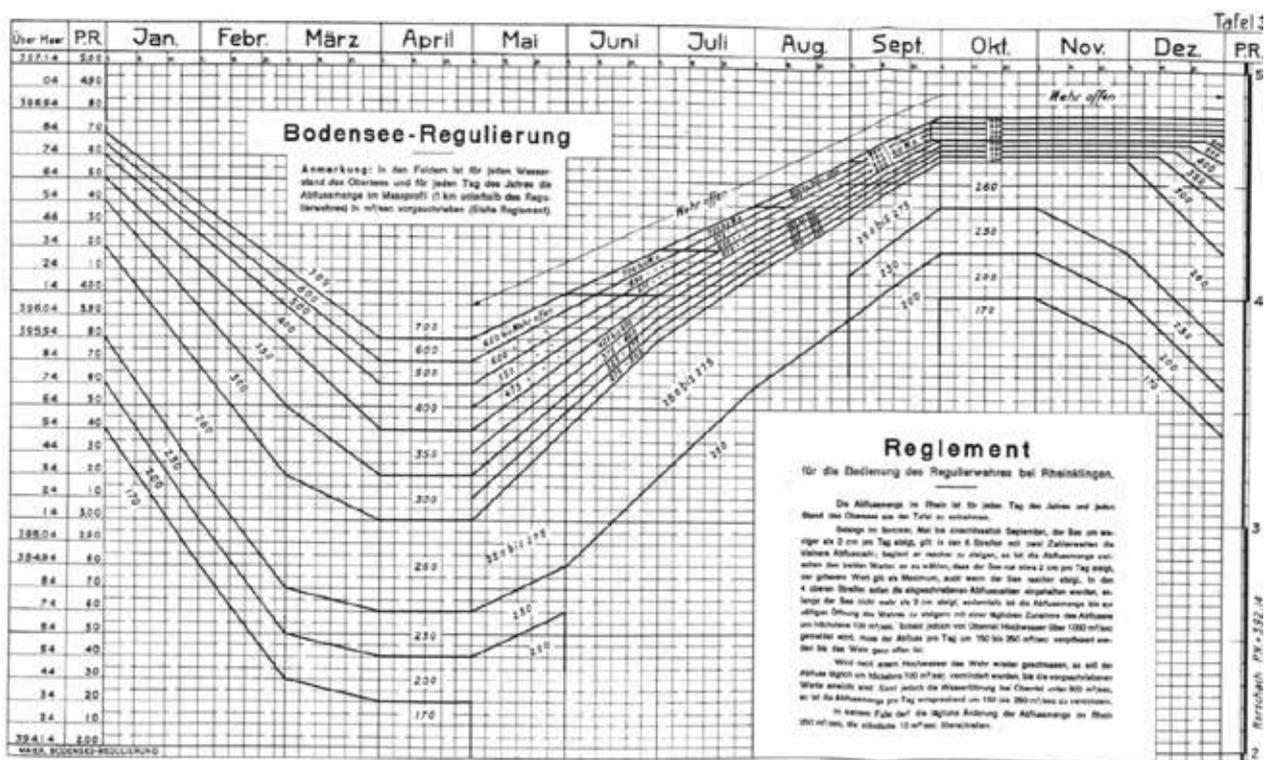


Abbildung 4-4 Wehrrglement (MAIER & MAIER 1924)

Höchste, mittlere und tiefste
Seestände vor und nach Regulierung
und Wehrreglement.

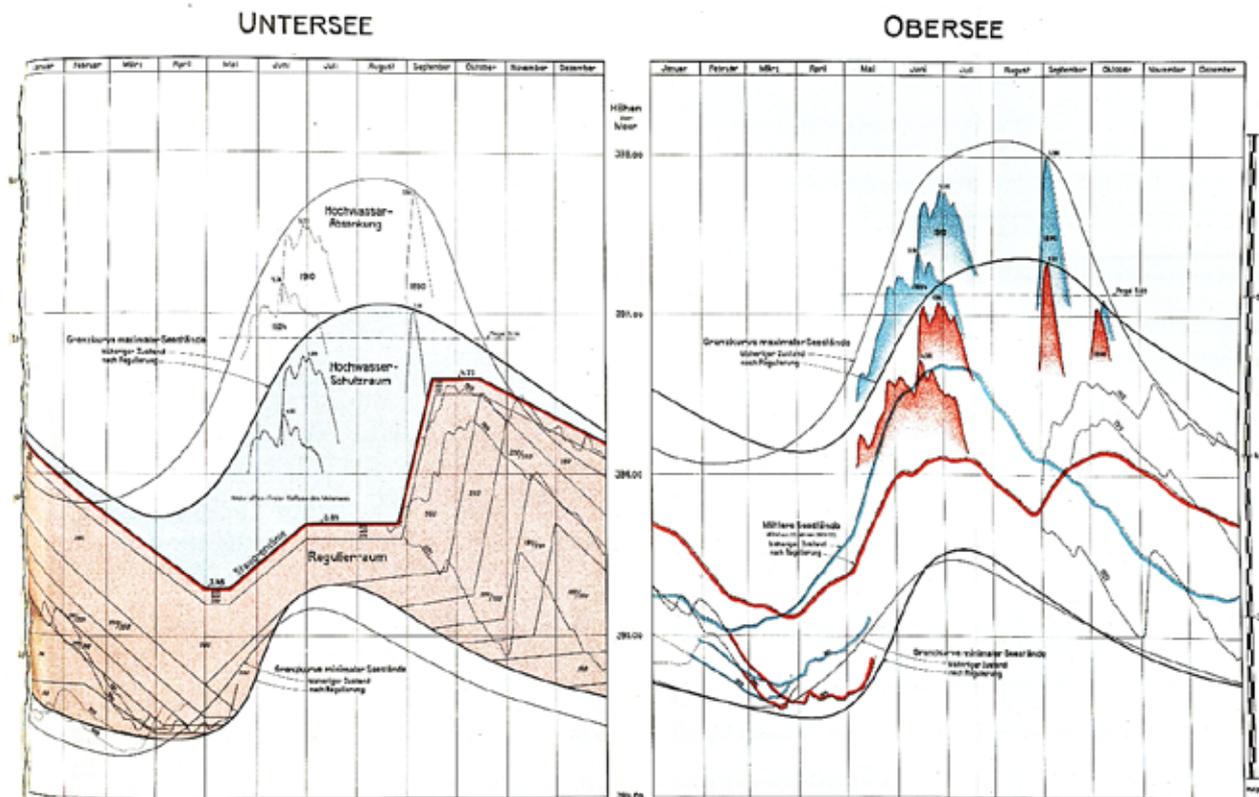


Abbildung 4-5 Wehrreglement nach Kobelt (KOBELT 1926, bearbeitet)

Reglement 1973

Im November 1971 tagten Vertreter der Bodenseeanliegerstaaten in Luzern auf der 3. informativen Besprechung zur Bodenseeregulierung, auf der folgende, vom Internationalen Technischen Ausschuss erarbeitete Zielsetzung für das Wehrreglement (EIDG. AMT F. WASSERWIRTSCHAFT, 1974) beschlossen wurde:

- Absenkung der höchsten Seestände unter die Schadensgrenze von 397,14 m ü. M. am Obersee und 396,85 m ü. M. am Untersee. Für das Hochwasser von 1890 wird eine Überschreitung von 15 cm in Kauf genommen.
- Hebung der niedrigsten sommerlichen Seestände auf eine Kote von 396,00 m ü. M. am Obersee, was speziell im Hinblick auf den Tourismus, den Wassersport und freiliegende Uferpartien wünschenswert ist (EIDG. AMT F. WASSERWIRTSCHAFT, 1977).
- Schnelleres Anheben der Seestände im Frühjahr
- Verbesserung der Fahrwassertiefe für die Rheinschifffahrt im nicht stauregulierten Bereich in den Herbstmonaten
- Verbesserung des Hochwasserschutzes
- Verbesserung weiterer Wasserentnahme aus dem Bodensee

Dabei wurden folgende Randbedingungen aufgestellt, welche in jedem Fall einzuhalten waren (EIDG. AMT F. WASSERWIRTSCHAFT, 1974):

- Beibehaltung der niedrigsten Wasserstände, ohne die Dauer dabei zu verlängern (D. h. es darf weder tiefer noch länger als bisher abgesenkt werden)
- Im Normalfall soll der Obersee die Kote von 394,74 m ü. M. nicht unterschreiten.
- Der Abfluss aus dem Untersee soll 1.150 m³/s nicht überschreiten und im Minimalfall nicht geringer sein als 140 m³/s. Nur wenn der Oberseestand 394,74 m ü. M. zu unterschreiten droht, darf der Abfluss auf 110 m³/s reduziert werden.

Der erste Reglemententwurf vom Dezember 1973 besteht aus einem Linienreglement, welches den Abfluss aus dem Untersee für jeden Monat in Abhängigkeit des Oberseestandes eindeutig vorschrieb. In einem Koordinatennetz wurden auf der Horizontalen 365 Tage des Jahres und auf der Vertikalen die Oberseestände in m ü. M. aufgetragen. Darin wurde eine Schar von Linien eingetragen, wovon jede mit einem Abflusswert in [m³/s] beschriftet ist. Im Abgleich mit dem tatsächlichen Seestand an einem bestimmten Tag im Jahr war demnach der Abfluss am Wehr einzustellen, dessen Wasserstand die Regulierlinie mit dem jeweiligen Abflusswert schneidete. Aus praktischen Gründen sind die Regulierlinien geknickte Geraden. Ihre Form und Lage wurde im Einklang mit den Zielsetzungen empirisch bestimmt (EIDG. AMT F. WASSERWIRTSCHAFT, 1977). **Abbildung 4-6** zeigt den Entwurf zum Linienreglement, welches auf Basis der hydraulischen Grundlagen des Projektes 1973 erarbeitet wurde. Von diesem Reglement hätte nur abgewichen werden dürfen, wenn die Unterseestände von Juni bis September zu niedrig gewesen wären, bei Abgabe von Zuschusswasser für die Rheinschifffahrt, oder bei Thurhochwasser, wenn der Abfluss kurzfristig gedrosselt werden hätte müssen. Insgesamt hätte der Abfluss aber nur vier Mal pro Tag verändert werden dürfen, jeweils um maximal 50 m³/s (EIDG. AMT F. WASSERWIRTSCHAFT, 1973).

Für eine bessere Beurteilung des ersten Reglemententwurfs wurden für die Jahresreihe von 1947-1972 Seeregimестände berechnet, wie sie sich im Falle einer Regulierung eingestellt hätten. Bei der Berechnung wurden auch der Speicherausbau im Alpenrhein-Einzugsgebiet und eine durchschnittliche Trinkwasserentnahme von 7,5 m³/s berücksichtigt. Zusätzlich zu den Seeständen und dem Abfluss wurden auch die Wasserstände des Rheins in Kaub berechnet, da dieser Pegel auch das Kriterium für die Abgabe an Zuschusswasser lieferte. **Abbildung 4-7** zeigt exemplarisch für das Jahr 1965, wie sich die Wasserstände verändert hätten, wenn die Regulierung nach dem Reglement von 1973 bereits möglich gewesen wäre. Deutlich zu sehen ist auch wie der Hochwasserstand am Untersee (Schadensgrenze: 396,85 m ü. M.) im Juni von knapp 397,30 m ü. M. auf 396,20 m ü. M. reduziert worden wäre, ohne dass dabei der maximal tolerierbare Abfluss von 1150 m³/s überschritten worden wäre.

Im abschließenden Bericht zum Reglement von 1973 (EIDG. AMT F. WASSERWIRTSCHAFT, 1977) wird nochmal hervorgehoben, dass die Regulierung auch den Interessen außerhalb der Bodenseeregion dienen sollte, nämlich der Rheinschifffahrt unterhalb Straßburgs, dem Hochwasserschutz am Oberrhein und der Wasserversorgung fremder Einzugsgebiete.

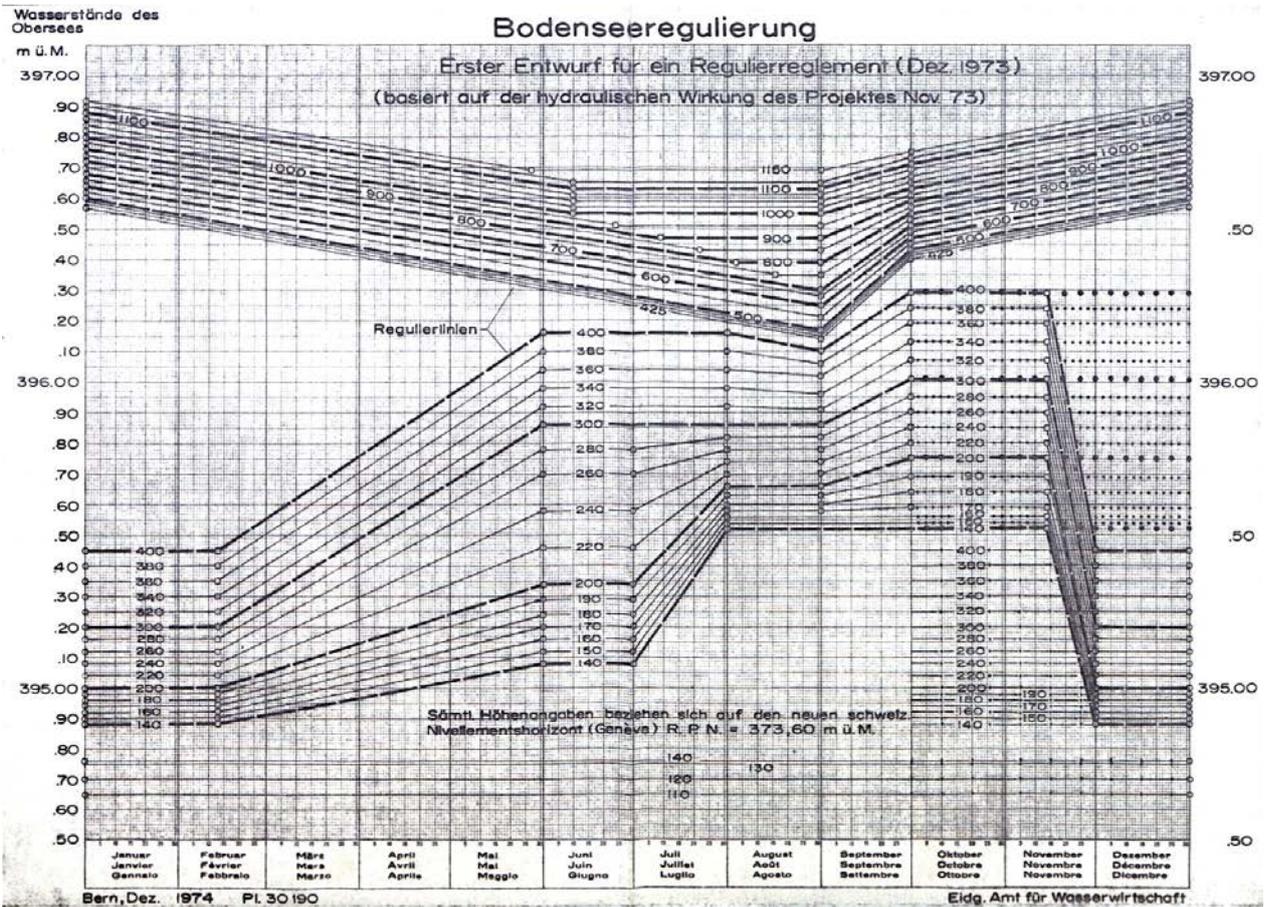


Abbildung 4-6 Entwurf zum Linienreglement der Bodenseeregulierung (EIDG. AMT F. WASSERWIRTSCHAFT, 1974)

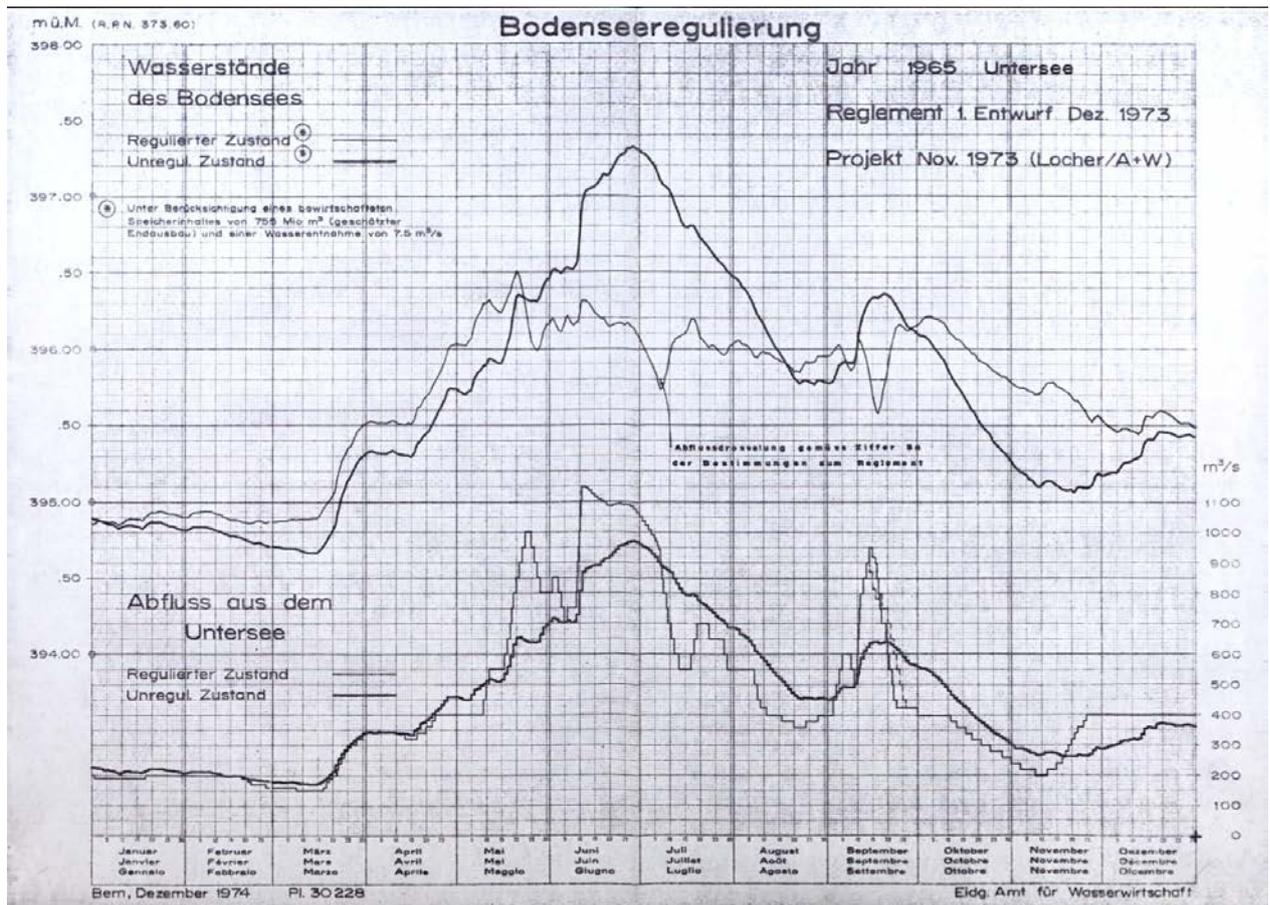


Abbildung 4-7 Vergleich theoretischer und tatsächlicher Wasserstände des Untersees im Jahr 1965 bei einer Regulierung nach dem Reglement von 1973 (EIDG. AMT F. WASSERWIRTSCHAFT, 1974)

4.2 Hochwasserschutz

4.2.1 Hochwasserschutz am Bodensee

Projekt Honsell

In den Jahren, in welchen der Seespiegel den sechzigjährigen Durchschnitt der sommerlichen Maxima von 4,62 m am Pegel Konstanz überschritten hat (1867, 1868, 1875 und 1876), hätte durch die Regulierung eine Senkung des Seespiegels um bis zu 72 cm erreicht werden können. Damit hätten, für die Bodenseeanwohner schädliche Hochwasserstände, verhindert werden können (HONSELL, 1879).

Projekt Gerber

Die Berechnungen Gerbers (1899) ergaben für das Hochwasser vom 24. Juni 1896 eine Senkung von rund 35 cm, für das vom 4. September 1890 eine von 30 cm.

Projekt Bossard

Bezogen auf vorangegangene Hochwasserereignisse wie 1890 und 1910, hätte durch Bossards (1912) Regulierungsvorschlag der Seespiegel um bis zu 100 cm gesenkt werden können.

Projekt Maier

Ausgehend von ihrem Reglement (

Abbildung 4-4) rechneten die Gebrüder Maier den Hochwasserstand für das Jahr 1890 nach. Auch mit der Regulierung hätte der Hochwasserstand nicht unter die Schadensgrenze geführt werden können. Es wäre lediglich eine Absenkung von 60 cm erreicht worden (**Abbildung 4-8**). Aufgrund der außergewöhnlichen Höhe des Hochwassers ist dies jedoch vertretbar.

Projekt Kobelt

Kobelt (1926) beschrieb lediglich, dass sich durch sein Projekt die höchsten Wasserstände am Untersee um 75-80 cm und am Obersee um 65-70 cm verringern lassen. Er zeigte graphisch (**Abbildung 4-9**) wie sich die Oberseestände zwischen 1909 und 1924 durch die Regulierung verändern, inklusive der Grenzkurven wahrscheinlicher maximaler Seestände. Hier ist zu erkennen, dass der größte anzunehmende Hochwasserstand von 398,10 m ü. M. auf unter 397,40 m ü. M. gesunken wäre und nur noch in Ausnahmefällen die Schadensmarke um ca. 25 cm überstiegen hätte (statt bisher ca. 1 m). Die Hochwassersituation hätte sich somit durch die Regulierung wesentlich verbessert.

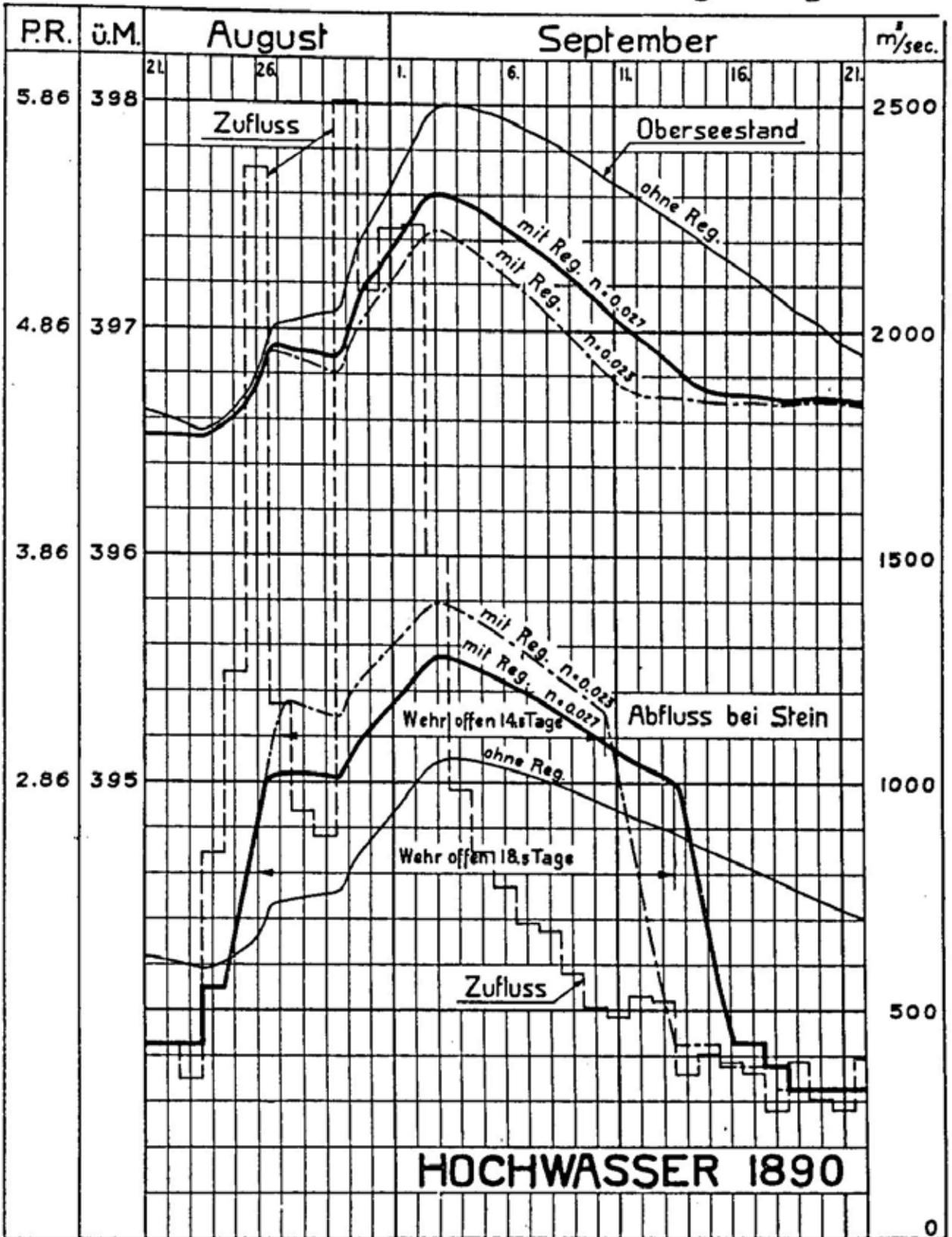


Abbildung 4-8 Herbsthochwasser 1890 mit und ohne Regulierung (MAIER & MAIER, 1924)

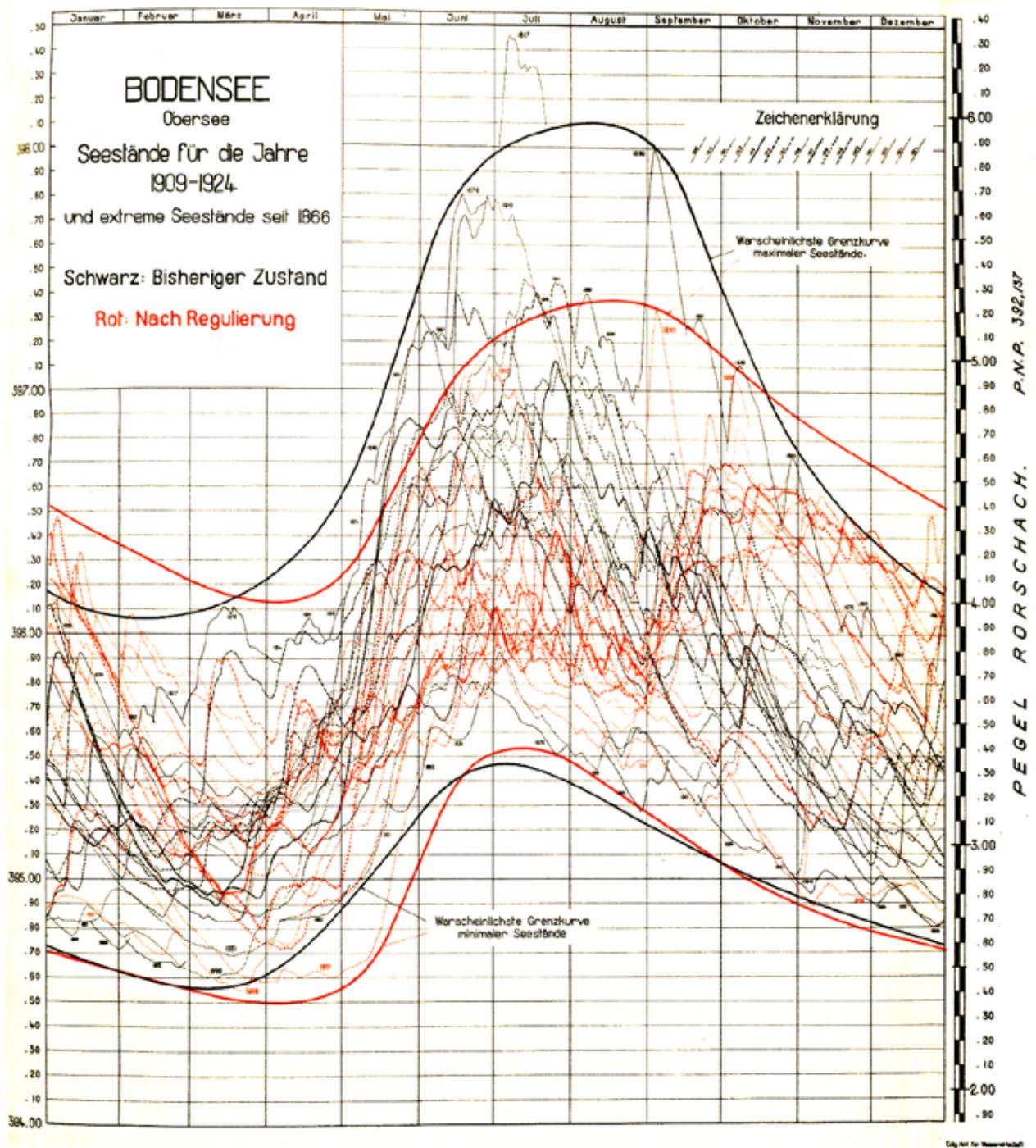


Abbildung 4-9 Vergleich der tatsächlichen und regulierten Oberseestände zwischen 1909 und 1924 (KOBELT, 1926, bearbeitet)

Reglement 1973

Im Bericht zum Regulierreglement (EIDG. AMT F. WASSERWIRTSCHAFT, 1977) wurden als Bemessungshochwasser die größten bekannten Hochwasserstände herangezogen, sprich das Hochwasser vom September 1890 mit einem Wasserstand am Obersee von 398,00 m ü. M. und jenes vom Juni 1965 mit einer Höhe von 397,63 m ü. M. Ohne den regulierenden Einfluss der Kraftwerksspeicher im Bodensee-Einzugsgebiet hätte das Hochwasser von 1965 sogar einen Stand von 397,81 m ü. M. erreicht.

Für die technische Dimensionierung des Projektes 1973 war jedoch lediglich die Hochwassermarken von 1890 maßgeblich, um alle anderen Hochwasser unter die Schadensgrenze zu senken. Um ein dem 1890er Niveau entsprechendes Ereignis unter diese Schadensgrenze zu senken, hätte entweder der Wasserstand im August auf ein zu tiefes Niveau reduziert werden müssen, oder der Abfluss hätte so erhöht werden müssen, dass Anlieger am Hochrhein zu Schaden gekommen wären, was ebenfalls nicht gewünscht gewesen ist. Unter diesen Umständen erschien es akzeptabel, dass der maximale Seestand des 1890er-Hochwassers im Falle einer Regulierung die Schadensgrenze um 15 cm überstiegen hätte. Diese Bedingung führte anschließend zum Reglement, welches für einen maximalen Abfluss von 1150 m³/s bei einem Unterseestand von 396,32 m ü. M. konzipiert war. **Tabelle 4-3** zeigt, wie sich die maximalen Hochwasserstände durch die Regulierung verändert hätten. Lediglich das 1890er-Hochwasser hätte die Schadensmarke von 397,14 m ü. M. überschritten. Alle anderen Wasserstände wären darunter gelegen, was eine effektive Verbesserung des Hochwasserschutzes bedeutet hätte.

Tabelle 4-3 Maximale Hochwasserstände im Falle einer Regulierung (EIDG. AMT F. WASSERWIRTSCHAFT, 1977)

Hochwasser	Obersee			Untersee		
	Unreguliert [m ü. M.]	Reguliert [m ü. M.]	Absenkung [cm]	Unreguliert [m ü. M.]	Reguliert [m ü. M.]	Absenkung [cm]
1890	397,8	397,29	51	397,55	396,94	61
1910	397,6	396,99	61	397,35	396,51	84
1926	397,57	396,95	62	397,34	396,46	88
1965	397,56	396,91	65	397,33	396,51	82

4.2.2 Auswirkungen der Vorschläge auf vergangene Hochwasserereignisse am Bodensee

In **Tabelle 4-4** werden die verschiedenen Hochwasserstände und die Auswirkung der Regulierung auf diese Höchststände untereinander verglichen. Ein exakter Vergleich ist kaum möglich, da die einzelnen Projekte unterschiedliche Hochwasserereignisse als Bezugspunkt nehmen, jedoch kann unter Einbezug der jeweiligen Hochwasserschadensgrenzen am Ober- und Untersee die Auswirkung der Maßnahmen verglichen werden. In allen Fällen wurden die extremen Wasserstände der Hochwasser deutlich reduziert, teilweise um über 1 m, wie beim Projekt Legler. In den Projekten 1953 und 1973 wurde nicht explizit genannt, um wie viele Zentimeter sich der Hochwasserstand verringert, da es sich bei diesen Projekten um reine Bauprojekte nicht wasserwirtschaftlicher Art handelt. Im nachträglich verfassten Technischen Bericht zur *Variante C* des Projektes 1972 (BÄCHTOLD, 1973) wurde der theoretische Wasserstand des Hochwassers von 1965 mit dem Reglement von 1973 berechnet.

Tabelle 4-4 Die Hochwasserstände der unterschiedlichen Projekte nach der Regulierung im Vergleich (HONSELL, 1879; BOSSARD, 1913; SOMMER, 1922; MAIER & MAIER, 1924; KOBELT, 1926; LOCHER & CIE AG, 1953; BÄCHTOLD, 1973)

Projekt-vorschlag	Hochwasser-jahr	Obersee/ Untersee	Hochwasserstand [m ü. M.]	Senkung [cm]	Regulierter Wasserstand [m ü. M.]	Schadensgrenze [m ü. M.]
Honsell	1876	Obersee	397,81	70	397,11	397,14
Legler	1890	Obersee	398,00	115	396,85	397,14
Gerber	1890	Untersee	397,76	33	397,43	396,85
von Steiger	1890	Untersee	397,76	103	396,73	396,85
Bossard	1890	Untersee	397,76	100	396,90	396,85
Sommer	1890	Obersee	398,00	83	397,16	397,14
Maier & Maier	1890	Obersee	398,00	40	397,59	397,14
	1910	Obersee	397,80	82	396,82	397,14
Kobelt	1890	Obersee	398,00	66	397,34	397,14
	1910	Untersee	397,80	70	397,10	397,14
Projekt 1953: Locher & Cie AG	-	-	-	82	-	-
Projekt 1972: Locher & Cie AG	1965	Obersee	397,60	38	397,22	397,14
	1965	Untersee	397,40	50	396,90	396,85
Projekt 1973: Bächtold AG	-	-	-	-	-	-

4.2.3 Hochwasserschutz am Rhein

Im Bericht zum Regulierreglement (EIDG. AMT F. WASSERWIRTSCHAFT, 1977) wurde beschrieben, dass durch eine Drosselung des Abflusses am Bodensee unter Umständen die Hochwassersituation bei Mannheim verbessert werden kann. Damit ein Schutz am Oberrhein nicht zu Lasten des Bodensees geschieht (Seespiegelanstieg), sollte die Dauer der Abflussdrosselung möglichst kurz sein, um lediglich die Hochwasserspitze zu kappen. Dabei war von einer Fließzeit von ca. 4 Tagen vom Bodensee bis Mannheim auszugehen. Um eine Spitze effektiv zu kappen, wäre es nötig gewesen, auch die Zuflüsse zum Rhein nach dem Bodensee genauestens zu prognostizieren, was auch heute noch nicht möglich ist.

Erfahrungsgemäß hat auch die Thur einen Einfluss auf Hochwasser am Oberrhein. So ließe sich durch Kappen der Hochwasserspitzen am Hochrhein auch ein Hochwasser am Oberrhein vermindern. Etwa bei einem 10jährlichen Hochwasserabfluss der Thur von 827 m³/s (HQ₁₀⁷ am Pegel Andelfingen) könnte der Gesamtdurchfluss des Hochrheins um 200 m³/s reduziert werden, indem der Abfluss am Bodensee gedrosselt wird. Dadurch könnte auch die Hochwassersituation am Oberrhein verbessert werden. Es wurden allerdings keine Ergebnisse oder Rechnungen präsentiert, welche zeigen, um wie viele Zentimeter sich der Wasserstand am Oberrhein durch eine solche Maßnahme verringert hätten.

⁷http://www.hydrodaten.admin.ch/lhg/sdi/hq_statistics/2044hq.pdf

In einer Studie zu Hochwasserschutzmaßnahmen am Bodensee (HOCHWASSERSTUDIENKOMMISSION, 1977) wurde ebenfalls die Bodenseeregulierung als denkbare Möglichkeit für den Hochwasserschutz am Rhein in Betracht gezogen. Dort heißt es (S. 9):

„Beim Bodensee mit einer Oberfläche von rund 540 km² würde jede zusätzliche Wasserspiegelanhebung um 1 cm ein Retentionsvolumen von rund 5 Mio. m³ ergeben. Am Beispiel einer Reihe ausgewählter Hochwasser ergab sich, dass bei Anwendung des erarbeiteten Reglementsentwurfs in den meisten Fällen ein Beitrag möglich wäre. Das ist nicht der Fall bei Sommerhochwassern, die auf hohe Wasserstände im See treffen. Für die am Oberrhein gefährlichen Winterhochwasser wäre die Auswirkung der Retention gering, weil im Winter die Seeausflüsse auch bei großen Hochwassern relativ klein sind. Zudem bedeutet die große Entfernung von der gegen Hochwasser zu schützenden Strecke eine Schwierigkeit für den zeitgerechten Einsatz.“

Die Hochwasserstudienkommission traf also relativierende Aussagen über die Schutzwirkung des Bodensees. Diese Überlegungen wurden nochmals in einer Studie zur hochwasserbezogenen Wirkungsabschätzung von Wasserrückhalt im Einzugsgebiet des Rheins (Internationale Kommission zum Schutz des Rheins, 1999) aufgegriffen und Volumeneffekte ansatzweise rechnerisch vertieft. Allerdings wurden die dort kurz entworfenen Denkanstöße und Grobkalkulationen unmittelbar in derselben Schrift wieder aus der weiteren Analyse herausgenommen, weil angesichts des politischen Widerstands der Anrainerstaaten (u.a. gemeint damit vermutlich die Verfassungsinitiative des Kantons Thurgau von 1973) die Durchsetzbarkeit von Regulierungsmaßnahmen am Bodensee unrealistisch erschien.

4.3 Niedrigwassererhöhung

4.3.1 Niedrigwassererhöhung am Bodensee

Die Projekte Honsell, Legler und Gerber

Die durchschnittlichen Niedrigwasserstände hätten sich durch den Vorschlag Honsells nicht verändert (HONSELL, 1879). Dies gilt auch für das Projekt Legler. Das von Gerber (1899) in seinen Berechnungen betrachtete Niedrigwasser vom 6. März 1896 wären unverändert geblieben und wären auf derselben Höhe erhalten geblieben.

Die Projekte Bossard und Sommer

Durch die gezielte Regulierung des Ausflusses hätten in den Projekten Bossard und Sommer die Bodensee-Wasserstände im Mittel um etwa 50 cm auf eine Untergrenze von 394,82 m ü. M gehoben werden können.

Projekt Maier

Im Projekt Maier wurden keine Maßnahmen beschrieben, wie die niedrigsten Wasserstände gehoben werden können. Der Fokus liegt darauf, die niedrigsten Abflüsse konstant auf ca. 200 m³/s zu erhöhen, wodurch die Wasserstände sogar um einige cm gefallen wären, beispielsweise im Jahr 1921 um bis zu 45 cm.

Projekt Kobelt

Kobelt (1926) diskutierte sowohl die Vor- und Nachteile der Hebung als auch der Senkung der niedrigsten Wasserstände. Zugunsten der Wasserkraft hätte eine Senkung der niedrigsten Wasserstände um 50 cm den Rheinkraftwerken einen Mehrgewinn von 5,2 Mio. CHF beschert. Eine Hebung um ebenfalls 50 cm hätte für sie dagegen einen Verlust von ca. 5,4 Mio. CHF bedeutet. Eine Senkung hätte negative Auswirkungen auf die Fischerei, die Bodenseeschifffahrt und die Infrastruktur, wie Hafenanlagen oder Abwasserläufe. Diese hätten bei zu niedrigen Wasserständen über der Wasseroberfläche gelegen. Damit wäre eine weitere Absenkung der Niedrigwasserstände ausgeschlossen. Da aber die Hafenanlagen und Schiffe gut an die bisherigen Niedrigwasserverhältnisse angepasst waren, empfahl Kobelt, die bisherigen Verhältnisse größtenteils beizubehalten.

Reglement 1973

Das Reglement von 1973 (EIDG. AMT F. WASSERWIRTSCHAFT, 1977) sah vor, auch die zum Ende des Sommers fallenden Wasserstände des Bodensees wesentlich zu erhöhen. Für den Untersee wären die Erhöhungen größer als für den Obersee gewesen. Jedoch wäre es nicht immer möglich gewesen, den Obersee bis Mitte September über dem gewünschten Stand von 396,00 m ü. M. zu halten. Für den touristisch wichtigen Sommermonat August, der oft durch stark fallende Wasserstände nach der Schneeschmelze charakterisiert ist, wurden neue Seestände berechnet. Sie betragen im Monatsmittel (**Tabelle 4-5**):

Tabelle 4-5 Monatsmittel des Niedrigwasserstandes im August (EIDG. AMT F. WASSERWIRTSCHAFT, 1977)

Jahr	Obersee			Untersee		
	Unreguliert [m ü. M.]	Reguliert [m ü. M.]	Anhebung [cm]	Unreguliert [m ü. M.]	Reguliert [m ü. M.]	Anhebung [cm]
1947	395,52	395,79	27	395,20	395,66	46
1949	395,10	395,56	46	394,81	395,51	70
1952	395,30	395,64	34	395,03	395,58	55
1964	395,35	395,74	39	395,08	395,66	58
1971	395,76	395,78	2	395,45	395,57	12

Ebenso wären die niedrigen Seestände im Frühjahr höher gewesen als im unregulierten Zustand, da der Seespiegel schneller angehoben worden wäre. Dies war insbesondere im Hinblick auf den Tourismus und Fremdenverkehr erwünscht (EIDG. AMT F. WASSERWIRTSCHAFT, 1977).

4.3.2 Auswirkungen der Vorschläge auf vergangene Niedrigwasserereignisse am Bodensee

Tabelle 4-6 zeigt, wie bei jedem der Projekte die niedrigsten Wasserstände durch die Regulierung verändert worden wären. Da die Projekte Honsell, Legler und Gerber nur eine Flusskorrektur zur Minderung der niedrigsten Wasserstände vorsahen, wurden bei ihnen folglich nicht die niedrigsten Wasserstände verändert. Lediglich den Projekten 1972, Bossard und Sommer wäre es durch ihren Reguliervorschlag gelungen, die Niedrigwasserstände auf ein Niveau zu heben, welches über dem niedrigsten tolerablen Wasserstand gelegen hätte.

Bei den Projekten Kobelt und Maier wären die sowieso schon niedrigen Wasserstände sogar noch weiter abgesenkt gewesen.

Tabelle 4-6 Die Niedrigwasserstände der unterschiedlichen Projekte nach der Regulierung im Vergleich (BOSSARD, 1913; SOMMER, 1922; MAIER UND MAIER, 1924; KOBELT, 1926; LOCHER & CIE AG, 1953; BÄCHTOLD, 1973)

Projektvorschlag	Niedrigwasser-jahr	Obersee / Untersee	Niedrigwasser-stand [m ü. M.]	Absenkung [cm]	regulierter Wasser-stand [m ü. M.]	Schadensgrenze
Honsell	-	-	-	-	-	-
Legler	-	-	-	-	-	-
Gerber	-	-	-	-	-	-
von Steiger	1921	Untersee	394,39	50	395,43	394,80
Bossard	1909	Untersee	394,30	53	394,83	394,80
Sommer	1909	Obersee	394,60	56	395,16	395,00
Maier & Maier	1921	Obersee	394,69	- 45	394,24	395,00
	1921	Obersee	394,39	- 27	394,12	395,00
Kobelt	1921	Obersee	394,69	- 10	394,59	395,00
	1921	Untersee	394,39	3	394,42	395,00
Projekt 1953: Locher & Cie AG	-	-	-	-	-	-
Projekt 1972: Locher & Cie AG	1949	Obersee	394,57	50	395,07	395,00
		Untersee	394,30	50	394,80	394,80
Projekt 1973: Bächtold AG	-	-	-	-	-	-

4.3.3 Niedrigwassererhöhung am Rhein

Projekt Kobelt

Kobelt (1926) hob hervor, dass für die Periode der Jahre 1900-1923 eine Minderung des Wasserspiegels am Bodensee um nur 5 cm eine Erhöhung des Wasserstands am Pegel Basel von 40 cm mit sich bringen würde. Ebenso würde sich der Wasserstand um 40 cm reduzieren, wenn der Bodensee um 5 cm aufgestaut wird. Daraus folgte er, dass die Wasserstände nur erhöht werden dürfen, wenn eine Schifffahrt zwischen Basel und Straßburg wegen zu geringer Fahrwassertiefe bereits nicht mehr möglich ist, um die Schifffahrtsverhältnisse nicht zu verschlechtern. Für die Strecke zwischen Mainz und Koblenz ergab sich aus der Bodenseeregulierung eine Verbesserung der Schifffahrtsverhältnisse für die berechnete Periode 1904-1921. Der gleichwertige Wasserstand⁸ (GIW 1923) am Pegel Biebrich (bei Mainz) hätte 1,02 m betragen. Bei ursprünglichen Wasserständen unter 0,85 m am Pegel Biebrich hätte sich der Wasserstand

⁸Der gleichwertige Wasserstand ist ein Richtwert. Er stellt einen Niedrigwasserstand dar, der im vieljährigen Mittel an zwanzig eisfreien Tagen im Jahr unterschritten wird.

um durchschnittlich 10 cm erhöht. Für die Wasserstände am Niederrhein ergaben sich laut Kobelt (1926) keine nennenswerten Vor- oder Nachteile. Der gleichwertige Wasserstand am Pegel Köln hätte 1,27 m betragen. Die niedrigsten Wasserstände treten am Niederrhein meist Ende Oktober auf, zu dieser Zeit wären jedoch laut Reglement der See aufgestaut geworden, sprich dem Rhein Wasser entzogen. Nur bei Wasserständen unter 0,70 m (am Pegel Köln), bei denen Schifffahrt nicht mehr möglich war, sah das Reglement die Abgabe von Bodenseewasser zur Aufhöhung des Wasserstandes um 5-10 cm vor. Bei Wasserständen zwischen 0,70 und 1,27 m wäre im Vergleich zum Ist-Zustand eine Senkung von bis zu 7 cm aufgetreten.

Reglement 1973

Zur Verbesserung der Niedrigwasserstände am Mittelrhein heißt es im Bericht zum Reglement von 1973 (EIDG. AMT F. WASSERWIRTSCHAFT, 1977, S. 19):

„Das Einhalten höherer Sommer- und Herbstwasserstände hat automatisch zur Folge, dass im See mehr Wasser akkumuliert wird als im unregulierten Zustand. Diese akkumulierte Mehrwassermenge, die sich berechnen lässt, wird der Rheinschifffahrt zur Verbesserung der Fahrwassertiefen zur Verfügung gestellt, sobald in Kaub ein Wasserstand unterschritten wird, der durch eine Linie der Pegelstände von 1,10 m am 1. Oktober und 1,35 m am 15. November definiert ist. Dann wird die berechnete Mehrwassermenge zum Abfluss gebracht und zwar mit 90 m³/s zusätzlich zum regulierten Abfluss. Wird die Wassermenge bis zum 15. November nicht benötigt, wird sie ab diesem Datum zwangsweise zum Abfluss gebracht, sodass der See gegen Jahresende etwa den unregulierten Zustand erreicht. Entsprechend der Zielsetzung werden die regulierten Winter-Seestände annähernd gleich den unregulierten sein. Die Zuschusswassermenge wäre während der 26-jährigen Periode 1947-72 17-mal beansprucht worden. Die 90 m³/s entsprechen einer Erhöhung der Fahrwassertiefe in Kaub um 15 cm.“

Diese Argumentation basierte auf einem Bericht an den Internationalen Technischen Ausschuss mit dem Titel Bodenseeregulierung und Rheinschifffahrt (STRACK & WYSS, 1970), welcher sich mit den Kriterien für die Abgabe von Zuschusswasser aus dem Bodensee und den Auswirkungen auf die Fahrwassertiefen im Rhein befasste. Von Seiten der Schifffahrt wäre erwünscht gewesen, dass die Erhöhung der Fahrwassertiefe mindestens konstant 15 cm betragen und wenn möglich die Dauer von drei Wochen nicht unterschritten hätte. Eine solche Erhöhung hätte am Pegel Kaub eine permanente Zuschusswassermenge von 90 m³/s bedeutet und die Auslastung der Schiffe um 8 % erhöht.

5 Ökonomisches Nutzungspotential

5.1 Schiffbarmachung des Hochrheins

5.1.1 Der Hochrhein als Wasserstraße

Bereits seit der Römerzeit war der Rhein eine bedeutende Wasser- und Handelsstraße, heute zählt er zu einem der wichtigsten Wasserwege für den Güterverkehr in Europa. Für die Großschifffahrt nutzbar ist jedoch nur der Abschnitt von Rheinfelden (bei Basel) bis nach Rotterdam, da im Hochrhein geologische Hindernisse, wie der Laufen bei Laufenburg und der Rheinfall bei Schaffhausen einer Nutzung bis zum Bodensee im Wege stehen. Oberhalb von Rheinfelden ist der Hochrhein teils nur für die Kleinschifffahrt nutzbar, da die Schleusen an den Kraftwerken Laufenburg und Eglisau lediglich Schiffe mit einer maximalen Abmessung von 2,20 m auf 10 m aufnehmen können. Ab dem Rheinfall ist der Rhein bis zur Brücke in Schaffhausen für jeden Schiffsverkehr gesperrt. Oberhalb der Rheinbrücke in Schaffhausen ist der Hochrhein dann je nach Wasserstand, wieder bis Konstanz schiffbar.

Für die Transportschifffahrt stellten der Bodensee und Hochrhein in früheren Jahrhunderten trotzdem einen wichtigen Verkehrsweg dar. Die Ledinen, die sogenannten Bodenseeschiffe, transportierten im 17. Jahrhundert bereits bis zu 150 Tonnen Güter bis zum Rheinfall, in Schaffhausen wurde die Ware dann auf dem Landweg flussabwärts transportiert und nach dem Rheinfall wieder auf kleine Kähne und Flöße verladen (SCHNEIDER, 2004).

Die Problematik in der Schiffbarmachung des Hochrheins liegt nicht direkt in seiner Wasserführung, sondern hauptsächlich an dem unüberwindbaren Felsriegel, dem Rheinfall, der ein Passieren von Schiffen früher wie heute unmöglich macht. Deshalb wurde die Schiffbarmachung bei den meisten Projektvorschlägen zur Regulierung des Bodensees nicht näher thematisiert. Im Projekt Kobelt (KOBELT, 1926) wurde in der Planung eine Schifffahrtsschleuse mit einer lichten Weite von 15 m auf 60 m am Stauwehr in Hemishofen berücksichtigt. Diese böte Dampfschiffen die Möglichkeit, vom Bodensee in den Hochrhein zu passieren. Die Schleuse sollte auch ohne weiteres auf 135 m verlängert werden können, um auch Schiffe von bis zu 1.200 t durchzuschleusen. Die Schiffbarmachung des Hochrheins wurde hier also bereits in Erwägung gezogen und für die Zukunft mitberücksichtigt.

Der erste Vorschlag zur schifffahrtlichen Nutzung des Hochrheins wurde 1909 von Rudolf Gelpke (STEINER, 2005) vorgelegt. Der Schiffsbetrieb zwischen Basel und Bodensee sollte demnach an durchschnittlich 200 Tagen im Jahr möglich sein, die Kosten der Realisierung schätzte er auf lediglich 30 Mio. CHF, im amtlichen Entwurf *Ausbau der Rheinschifffahrtsstraße Basel-Bodensee* des Eid. Amtes für Wasserwirtschaft von 1942 wurde selbiges Projekt aber auf etwa 142 Mio. CHF geschätzt (SCHNEIDER, 2004) (Preisniveau 2014: 763 Mio. CHF⁹). Auch von deutscher Seite gab es konkrete Vorstellungen zur Schiffbarmachung, so legte beispielsweise 1924 der Oberbürgermeister von Konstanz einen Plan vor, in welchem der Konstanzer Hafen für die Großschifffahrt ausgebaut werden sollte. Vor den Toren der Stadt sollte ein 100 ha großes Industriegebiet für die Chemie- und Elektrobranche entstehen.

Unter dem Titel *Der Bodenseespiegel soll gesenkt werden* erschien 1950 im Badischen Tageblatt ein Artikel über den Ausbau des Hochrheins. Es sollte über den Rhein eine

⁹ http://www.portal-stat.admin.ch/lik_rechner/d/lik_rechner.htm

Verbindung des Bodensees zur Nordsee hergestellt werden. Über den Rhein-Donaukanal hätte der Bodensee außerdem noch mit dem Schwarzen Meer verbunden werden können (BADISCHES TAGEBLATT, 1950). Weitaus kurioser ist ein anderer Artikel, erschienen 1950 in *Die Welt*, dort wird die Senkung des Bodenseespiegels um ganze 45 m beschrieben. Die Vorteile wären, dass 150 km² Neuland entstünden, das Wasserkraftpotential am See selbst enorm steigen würde und der Hochrhein über einen Kanal von Stein am Rhein bis Eglisau schiffbar wäre (WELT, 1950). Dass dadurch der Untersee komplett verschwunden wäre, schien ohne weiteres hinnehmbar.

5.1.2 Volkswirtschaftliche Analyse

Während und nach dem Zweiten Weltkrieg wurde die Planung nur wenig vorangetrieben. Im Jahr 1952 legte das Eidgenössische Amt für Wasserwirtschaft ein Gutachten über die volkswirtschaftliche Beurteilung der Schiffbarmachung des Hochrheins vor (EIDG. AMT F. WASSERWIRTSCHAFT, 1952). Die Kosten wurden darin für den *Großen Ausbau* (Schiffe mit einer Länge von 130 m und Breite von 12 m) berechnet. Die Gesamtkosten inkl. Landerwerb, Flusskorrekturen, Brückenbauten und Zinsen wurden mit 265 Mio. CHF (2014: 1,13 Mrd. CHF) kalkuliert, die laufenden Kosten für Bau, Unterhalt und Erneuerung der Wasserstraße hätten sich jährlich auf 3,98 Mio. CHF belaufen. Auf längere Sicht hätte das Vorhaben der öffentlichen Hand somit etwa 370 Mio. CHF (2014: 1,64 Mrd. CHF) gekostet. Für sechs Gütergruppen wurde dann untersucht, wie sich deren Transport auf die Wasserstraße verlagern würde und ob die Frachtkosten verringern würden. Insgesamt hätte der schweizerische Verkehr auf dem Hochrhein etwa 1,5 Mio. t betragen. Abschließend kam das Amt zu dem Ergebnis, dass den schweizerischen Kosten von jährlich 3,6 Mio. CHF eine Preisersparnis von ca. 10 Mio. CHF gegenüber stand. Die Schifffahrt Basel-Bodensee hätte demnach rechnungsmäßig eigenwirtschaftlich mit einem positiven Saldo von 6,5 Mio. CHF bestanden (EIDG. AMT F. WASSERWIRTSCHAFT, 1952). Der Hauptvorteil waren die geringen Transportkosten der Rheinschifffahrt gegenüber der Bahn, allerdings hätten sie die Bahn als Transportmittel nicht ersetzen können, auch wäre eine Entlastung des Schienenverkehrs damals nicht nötig gewesen.

5.1.3 Projekt 1961

Aufgrund weiterer Forderungen aus der Schweiz nach der Schiffbarmachung des Hochrheins entstand in der Zeit zwischen 1957 und 1963 das sog. *Projekt 1961*, ein allgemeiner Gesamtbericht zum Ausbau als Wasserstraße, welcher von den Ostschweizer Kantonen sehr begrüßt wurde, da sie sich eine Frachtkostenersparnis von 41 % erhofft hatten (Schneider, 2004). 1957 wurde die Schweizerisch-Deutsche Technische Kommission zur Schiffbarmachung des Hochrheins gegründet, welche die Ausbaunormen für die Wasserstraße festlegte. Für den Hochrhein wurde die Klasse IV festgelegt, was Schiffen mit einer Tragfähigkeit bis zu 1.350 t entspricht, einer Länge von 80 m und einer Breite von 9,5 m. Die Ausbaumaße wurden allerdings so bestimmt, dass auch größere Schiffe der Klasse V mit 2.000 t Tragvolumen, 95 m Länge und 11,5 m Breite noch verkehren hätten können (STEINER, 2005). Die Wasserstraße sollte ganzjährig befahren werden, mit Ausnahme von durchschnittlich 3 Tagen im Jahr wegen Hochwasser und 10 Tagen wegen Niedrigwasser. Insgesamt waren 14 Staustufen geplant, bei 12 davon war ebenso die Wasserkraftnutzung geplant, von welchen acht bereits in den 60er Jahren in Betrieb waren: Birsfelden, Augst-Wyhlen, Ryburg-Schwörstadt, Laufenburg, Albbruck-Dogern, Reckingen, Eglisau und Rheinau. Um den Rheinfluss umschiffen zu können, war an der Stufe Rheinklingen ein unterirdischer Tunnel von ca. 500 m Länge geplant. Die Kosten dieses

Vorhabens wurden je nachdem, ob ein einschleusiger- oder ein zweischleusiger Ausbau realisiert werden sollte, auf 330 Mio. CHF (2014: 1,34 Mrd. CHF), bzw. 445 Mio. CHF (2014: 1,81 Mrd. CHF) geschätzt, mit einer effektiven Transportkostensparnis von ca. 18 Mio. CHF (2014: 73 Mio. CHF) gegenüber Schiene und Straße (STEINER, 2005).

Aufgrund von Schätzungen des Bundesrates ging man davon aus, dass die Verwirklichung des Projektes mindestens 20 Jahre gedauert hätte. Da das Projekt den Bahn- und Straßenverkehr nicht wesentlich entlastet hätte und auch die Häfen in Basel nicht hätten entlastet werden müssen, kam man zum Fazit, dass sich der Ausbau des Hochrheins aus wirtschaftlichen und verkehrspolitischen Gründen nicht lohnt (SCHNEIDER, 2004).

5.1.4 Die Hochrheinschifffahrtsfrage in den 70er und 80er Jahren

Auch in den Jahren nach dem Projekt 1961 war die Frage der Hochrheinschiffahrt nicht gänzlich abgeschlossen, jedoch formte sich hier ein größerer Widerstand aus der Bevölkerung gegen einen Ausbau des Hochrheins. Die Nationale Aktionsgemeinschaft zum Schutz der Seen und Flüsse schätzte in ihrem Gutachten *Unser Nein zur Lastschiffahrt* die Kosten des Ausbaus auf 500 Mio. CHF (2014: 1,2 Mrd. CHF) was letztlich nicht mehr rentabel gewesen wäre und in keiner Relation zur Kosteneinsparung gelegen hätte (SCHNEIDER, 2004).

5.2 Ökonomische Einsparungen durch den Hochwasserschutz

Im Folgenden werden nur die Autoren genannt, die den Hochwasserschutz explizit im monetären Sinne behandeln.

5.2.1 Hochwasserschutz bei Honsell

Honsell (1879) beschreibt in seiner Abhandlung ausführlich den Nutzen und ökonomischen Vorteil der Regulierungsarbeiten. Die Senkung der Hochwasserstände im See hätte positive Auswirkungen auf die Anlieger, die Schiffahrtsverhältnisse, die Landnutzung, die Verkehrsverhältnisse und auf Handel und Gewerbe. Bezogen auf ein Hochwasserereignis im Jahr 1817, bei dem das Wasser auf 5,40 m am Konstanzer Pegel stieg, entstand am gesamten badischen Ufer ein Schaden von 200000 Mark¹⁰, auf schweizerischer Seite entstanden dadurch Entschädigungs- und Reparaturkosten von rund 61000 CHF. Ein weiteres markantes Hochwasser ereignete sich 1876, bei dem wieder ein ähnlicher Schaden entstand (es werden keine Zahlen genannt). Durch die vorgeschlagenen Regulierungsmaßnahmen hätten die höchsten Wasserstände um 70 cm reduziert werden können, wodurch keine Schäden entstanden wären. Bei einer solchen Wiederkehrperiode (60 Jahre) an verheerenden Überflutungen sieht Honsell die Kosten der Baumaßnahmen von 1,15 Mio. Mark als gerechtfertigt und langfristig als ökonomisch sinnvolle Investition an.

¹⁰ Laut Aussage des Seminars für Wirtschaftsgeschichte der Ludwig-Maximilians-Universität gibt es keine einfache Möglichkeit, damalige Preise in Mark auf ein heute richtiges Preisniveau umzurechnen.

5.2.2 Hochwasserschutz bei Sommer

Bezogen auf ein Hochwasserereignis von 1910 gibt Sommer (1922) für jedes Land die Schäden, inkl. einer Umrechnung in aktuelle Preise an (vgl. **Abbildung 5-1**). Dabei ist zu erkennen, dass der größte Schaden auf der schweizerischen Seite mit 5,74 Mio. CHF (2014: 36,39 Mio. CHF) entstanden war. Die Gesamtkosten des Schadens beliefen sich auf 9,12 Mio. CHF (2014: 57,82 Mio. CHF). Diese Summe hätte nun mindestens investiert werden müssen, um Hochwasserschäden zukünftig zu verhindern. Damit wurden nur die direkt zu erfassenden Schäden durch das Hochwasser beschrieben. Weitere nicht quantifizierbare Vorteile wären die Förderung des Wachstums der Streue, jedoch einhergehend mit einer leichten Verminderung der Fischereiverhältnisse am Bodensee, gewesen. Die Gesamtkosten für den Ausbau wurden bei Sommer (1922) auf ca. 17,1 Mio. CHF (2014: 104,4 Mio. CHF) geschätzt, somit hätten sich mindestens 53 % der Baukosten allein durch die Einsparung anhand von Hochwasserschäden wieder amortisiert.

Uferstaaten	Schätzung 1914 (Arbeitswert 1:5)		%	Dreifache Teuerung 1921 Franken	Bemerkungen
	Mark	Franken			
Baden	500,000	625,000	20	1,875,000	
Bayern	120,000	150,000	5	450,000	
Oesterreich	252,000	315,000	10	945,000	
Schweiz	1,532,000	1,915,000	64	5,745,000	
(ohne Arbeitswert)	(306,400)	(383,000)			
Württemberg	29,000	36,000 (vd)	1	108,000	
Total	2,433,000	3,041,000 (rd)	100	9,123,000	
(ohne Arbeitswert)	(1,207,400)	(1,509,000)			

Abbildung 5-1 Hochwasserschäden am Bodensee (SOMMER, 1922)

5.2.3 Hochwasserschutz bei Maier

Die Gebrüder Maier (MAIER & MAIER, 1924) gehen in einem kleinen Abschnitt auf den Nutzen der Bodenseeregulierung ein. Dieser setzt sich zusammen aus dem Energiezugewinn für die Kraftwerke, dem Hochwasserschutz und der Verbesserung der Schifffahrtsverhältnisse. Dem Hochwasserschutz kommt ein doppelter Wert zu, zum einen durch den Wegfall direkter Schäden an Kulturen, Gebäuden und Infrastruktur, zum anderen durch die Werterhöhung ufernaher Liegenschaften. Bezogen auf das Hochwasser von 1910 (mit einem Maximalstand am Pegel Rorschach von 5,67 m) betrug der mit 5 % über 20 Jahre kapitalisierte Wert der Hochwasserschäden 1,5 Mio. CHF¹¹ (2014: 9,2 Mio. CHF). Auch unter der Berücksichtigung einer weiteren Teuerung hätte dieser Wert nur einem kleinen Teil der Kosten für die Regulierung (geschätzt auf 14,2 Mio. CHF (2014: 87,4 Mio. CHF)) entsprochen. Nur bezogen auf den Hochwasserschutz hätte die Regulierung aus ökonomischer Sicht keinen Sinn gemacht.

¹¹ Anmerkung: Über 50 % höhere Schadenssumme als jene, die von Sommer (1922) nur zwei Jahre zuvor bestimmt worden ist.

5.3 Wasserkraftpotential

5.3.1 Das Wasserkraftpotential beim Projekt Bossard

Aus dem Gutachten Bossards (BOSSARD, 1913) geht hervor, dass sich die Regulierung des Wasserstandes und somit des Abflussregimes des Bodensees positiv auf die Wasserkraftnutzung am Hochrhein auswirken würde. Speziell die Erhöhung der niedrigsten Abflüsse trüge dazu bei. In welchem monetären Rahmen sich die Verbesserung der Abflussverhältnisse befinden würde, wurde jedoch nicht näher untersucht. Bis zum Jahre 1912 waren auch lediglich die Kraftwerke Augst-Whyhlen (1912) und Rheinfelden (1898) in Betrieb genommen worden.

5.3.2 Das Wasserkraftpotential beim Projekt Sommer

Während der Zeit des Ersten Weltkrieges wurde Kohle als Energiequelle immer knapper und somit wurde die Nutzbarmachung der Wasserkraft von Seiten der schweizerischen Regierung forciert (SOMMER, 1922). Aufgrund des Energiemangels wurde auch dem Kanton Schaffhausen empfohlen, im Hinblick auf eine geplante Regulierung des Bodensees die Auslegung des Kraftwerks am Regulierwehr zu überdenken und eine Variante mit einem Maximalabfluss von 1.300 m³/s auszuarbeiten. Zuvor waren lediglich 1000 m³/s geplant gewesen (SOMMER, 1922). **Tabelle 5-1** gibt eine Übersicht, wie sich nach Sommer (1922) die Regulierung des Abflusses positiv auf die Energieproduktion verschiedener Rheinkraftwerke ausgewirkt hätte. Insgesamt hätte durch eine Regulierung des Bodenseeabflusses lt. diesem Planungsansatz die Stromproduktion jährlich um 3,1 %, bzw. um 842,7 kWh gesteigert werden können.

Tabelle 5-1 Tabelle der Energieproduktion (SOMMER,1922)

Kraftwerk	Energieproduktion [Mio. kWh]	Zuschuss [Mio. kWh]	Anteil [%]
Schaffhausen (1921)	17,2	0,2	1,2
Eglisau (Projekt)	207,6	14,6	7,1
Laufenburg (1920)	317,9	5,4	1,7
Rheinfelden (Früher)	120	1,0	0,8
Augst-Whyhlen (o.J.)	180	6,2	3,2
Summe	842,7	27,4	3,1

In den damals bestehenden, modern ausgebauten Kraftwerken Eglisau, Laufenburg und Augst-Whyhlen wurde im Mittel ein Nutzen von 36000 CHF pro Meter Gefälle und Jahr errechnet. Insgesamt hätte sich inklusive aller noch geplanter Kraftwerke ein Nettogefälle von ca. 100 m am Rhein und somit ein Nutzen von 3,6 Mio. CHF ergeben (2014: 22,8 Mio. CHF).

Speziell am geplanten Kraftwerk Rheinklingen (in Kombination mit dem Regulierwehr) hätte sich mit einer mittleren jährlichen Nettofallhöhe von 2,7 m ein Nutzen von 671950 CHF (2014: 4,26 Mio. CHF) pro Jahr ergeben. Da die Baukosten für die Wasserkraftanlage auf etwa 8,38 Mio. CHF (2014: 53,13 Mio. CHF) geschätzt wurden, wäre der Betriebsfaktor (Ertrag/Kosten) mit 8 % sehr gering ausgefallen, zu wenig, um eine eigenständige Anlage zu errichten. In Zusammenhang mit dem Wehr wurde jedoch darüber nachgedacht, das

Kraftwerk zu errichten. Sommer (1922) bot deshalb in der Planung die Variante mit Kraftwerk an.

5.3.3 Das Wasserkraftpotential beim Projekt Maier

Im Projekt der Gebrüder Maier & Maier (1924) war die Errichtung eines Kraftwerks bei Schaffhausen anstelle des bisherigen Moserdamms vorgesehen. Geplant waren fünf Turbinen mit je 5000 PS (bzw. 4500 PS). Eine weitere Annahme war eine Schluckfähigkeit der Turbinen von 300 m³/s und 340 m³/s bei einem Gesamtabfluss von 1000 m³/s im Rhein.

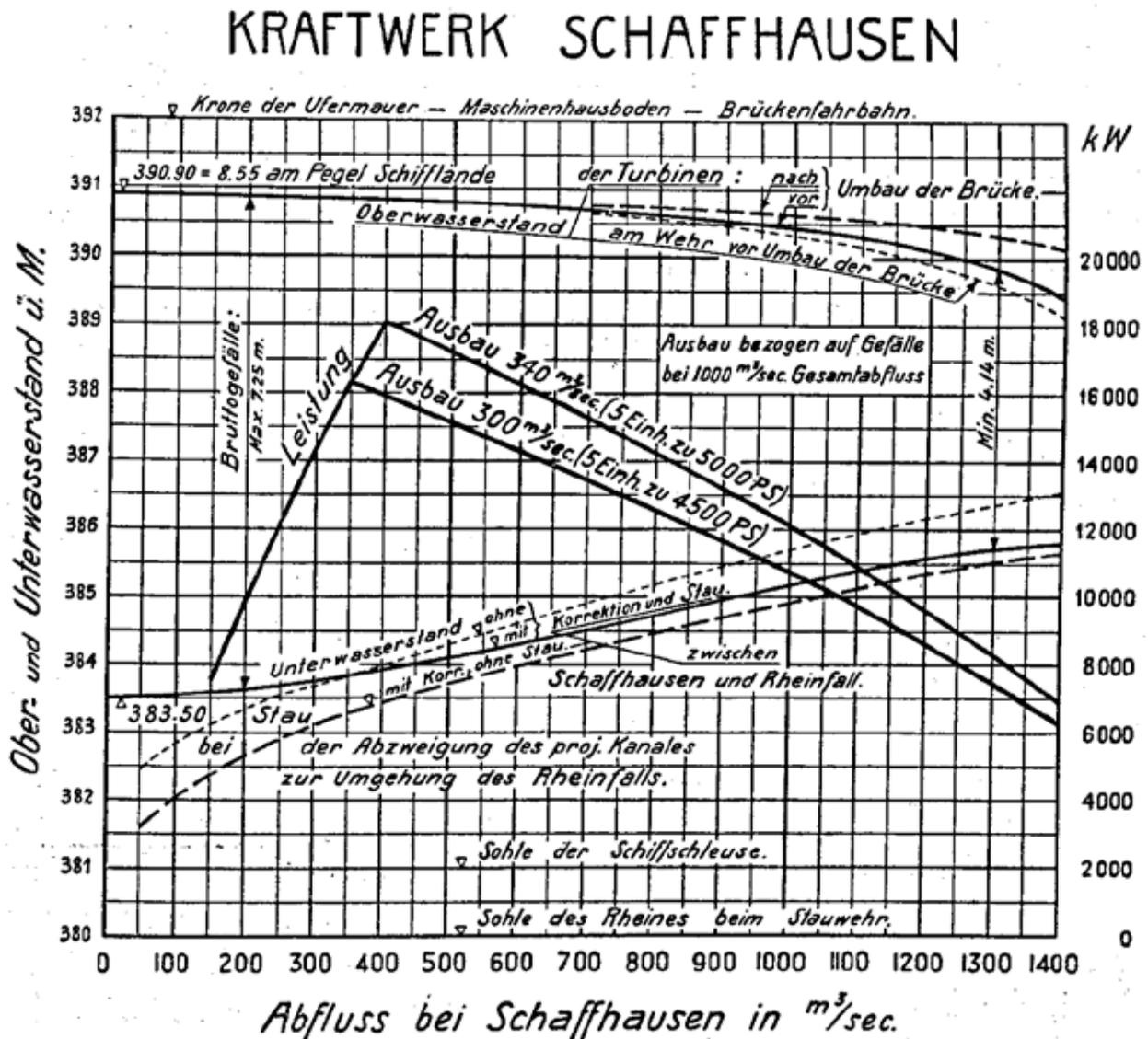


Abbildung 5-2 Leistungskurven des Kraftwerks Schaffhausen für verschiedene Gefälle und Abflüsse (MAIER & MAIER, 1924)

Des Weiteren folgt in **Abbildung 5-3** ein Vergleich der im Mittel (aus der Zeit 1904-1914) zu erwartenden Leistung am Kraftwerk Schaffhausen für den Fall einer Regulierung gegenüber dem unregulierten Zustand und für die zwei verschiedenen Ausbaugrößen.

Leistungs- und Arbeitswerte	Ausbaugefö m ³ /sec. bei HW	I	II	III	IV	
		ohne B.-R. ohne Korrektion des UW ohne Stau am Rheinfall	mit Bodensee-Regulierung mit Korrektion des UW		mit Stau	
Leistung bei NNW**	bei jedem Aus- bau über 300	5250	8800	9700	8450	Kilowatt
Leistung bei NW*		7670	12200	13320	11920	
270Tage vorhandene Leistung = L ₂₇₀		10500	12400	13550	12150	
Jahresarbeit bei	300	89.9	105.3	115.2	103.3	Millionen kWh im Jahr
max. L ₂₇₀ = A _L	340	89.9	105.4	115.5	103.5	
Total mögliche	300	109.1	115.4	126.0	114.5	
Jahresarbeit = A	340	114.5	119.7	130.9	119.3	
Sogenannte „Abfallkraft“	300	19.2	10.2	10.9	11.2	
A — A _L	340	24.6	14.3	15.4	15.9	

**NNW ohne Bodensee-Regulierung Q = 95 m³/sec.
mit „ „ Q = 170 m³/sec.
*NW ohne „ „ Q = 145 m³/sec.
mit „ „ Q = 245 m³/sec.

Abbildung 5-3 Energieproduktion des KW Schaffhausen ohne und mit Bodenseeregulierung im Mittel der Jahre 1904-1914 (MAIER & MAIER, 1924)

Der Energiegewinn infolge der Bodenseeregulierung bestand einerseits in der Umwandlung von Abfallenergie in sogenannte Jahresenergie A_L . Die Regulierung hätte die insgesamt mögliche Jahresarbeit A und damit auch wieder A_L erhöht. **Abbildung 5-3** zeigt auch, dass die Bodenseeregulierung die Jahresleistung des Kraftwerks Schaffhausen erheblich erhöht hätte (Fall II), vor allem bei einer zusätzlichen Korrektion des Unterwassers (Fall III). Im Fall IV, bei dem zusätzlich ein Stau am Rheinfall in Schaffhausen berücksichtigt worden ist, wäre die Leistungssteigerung geringer gewesen.

In Rheinklingen, wo das Regulierwehr errichtet werden sollte, war geplant, bis zu 4,7 m Wasserspiegeldifferenz für die Energieerzeugung zu nutzen. Ein Ausbau mit sechs Schraubenturbinen (mit je 57 m³/s und einem Wirkungsgrad von $\eta_T = 75\%$) für einen maximalen Gesamtdurchfluss von 340 m³/s bei 2,4 m Nettogefälle hätte das in **Abbildung 5-4** folgende Leistungsdiagramm ergeben.

Eine Auflistung der Kosten für einen Ausbau auf 7500 kW erfolgte ebenso. Mit einer geschätzten Gesamtsumme von 6,6 Mio. CHF waren diese vergleichsweise gering, zumal auch ein erheblicher Nutzen daraus entstanden wäre. Die Kosten der gesamten Bodenseeregulierung wurden auf 14,2 Mio. CHF (2014: 130,6 Mio. CHF) geschätzt.

Betrachtet man den gesamten Rhein, so hätte sich durch die Regulierung auch ein Zugewinn an sogenannter Winterenergie ergeben. Durch einen Mehrabfluss von durchschnittlich $\Delta Q = 72,25$ m³/s in den Monaten November bis April (**Abbildung 5-5**) errechnet sich eine zusätzliche Leistung von 1,44 Mio. kWh pro Meter Gefälle. Bei vollem Ausbau der Rheinkraftwerke hätten sich 145 m Gefälle zwischen Bodensee und Kembs ergeben, wodurch sich der gesamte Zuwachs an Winterenergie auf 209 Mio. kWh belaufen hätte.

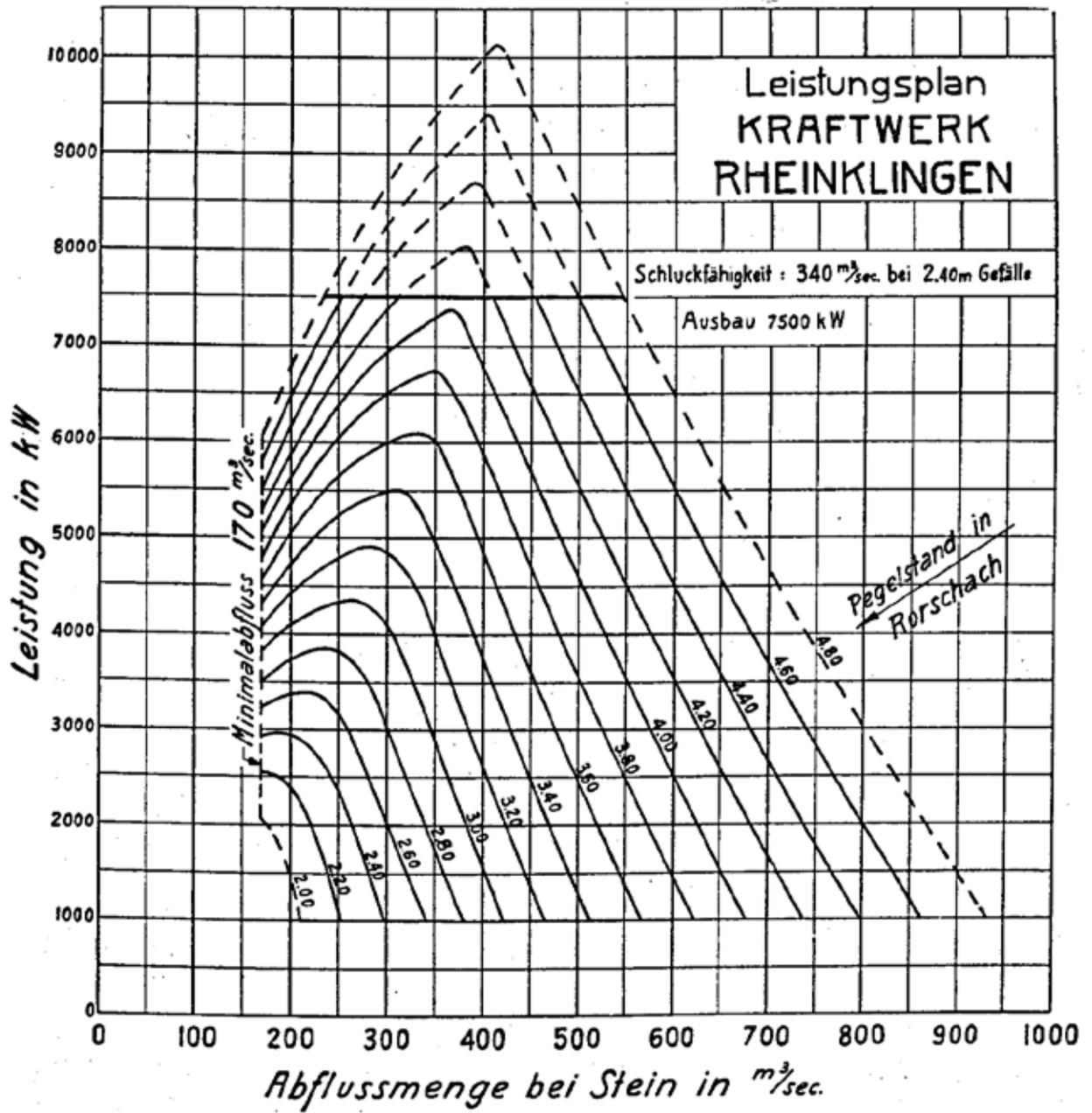


Abbildung 5-4 Leistungskurven des Kraftwerks Rheinklingen (MAIER & MAIER, 1924)

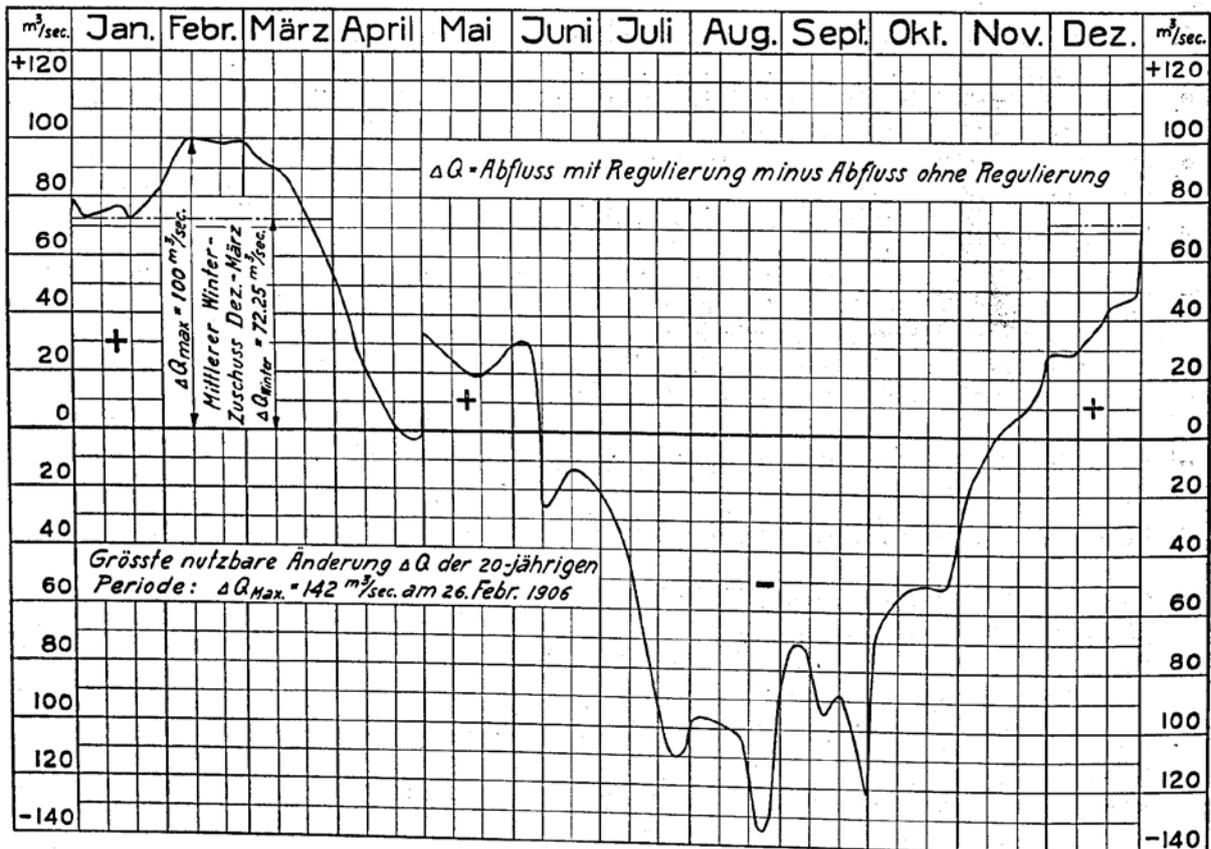


Abbildung 5-5 Differenz: Abflüsse beim Kraftwerk Rheinklingen mit und ohne Regulierung (MAIER & MAIER, 1924)

5.3.4 Das Wasserkraftpotential beim Projekt Kobelt

Im Projekt Kobelt (1926) wird auf die Krafterzeugung sowohl durch ein Kraftwerk bei Rheinklingen, wo das Wehr errichtet werden sollte, als auch die Auswirkungen durch die Regulierung auf die Kraftwerke am Oberrhein eingegangen.

Wasserkraft in Rheinfeldern

Für den Fall, dass die Kraftwerksanlage erst später zur bereits errichteten Wehranlage nachgerüstet worden wäre, schätzte Kobelt die Baukosten auf ca. 7,5 Mio. CHF (2014: 48,1 Mio. CHF). Für eine Ausbauleistung von 6000 kW hätte dies Anlagekosten von 1250 CHF/kW ergeben, was aufgrund des kleinen Gefälles verhältnismäßig viel gewesen wäre. Wären die Kosten der Transformierung auf Hochspannung und der Transport bis zur nächsten Verbraucherstation in Schaffhausen (Erstellung einer ca. 20 km langen Hochspannungsleitung) miteinbezogen worden, hätten die Anlagekosten bei 8,5 Mio. CHF gelegen (2014: 54,5 Mio. CHF). Die jährlichen Betriebskosten inklusive Unterhalt und Wartung hätten sich auf 0,9 Mio. CHF (2014: 5,8 Mio. CHF) belaufen.

Das für die Kraftproduktion ausschlaggebende Nettogefälle am Wehr kann als Funktion von Seehöhe und Abflussmenge dargestellt werden (vgl. Anhang **Abbildung B - 2**). Das maximal mögliche Nettogefälle hätte demnach 3,8 m betragen.

Wird angenommen, dass zur Zeit der Stauung die komplette Abflussmenge restlos zur Energieproduktion ausgenutzt hätte können, hätten die Turbinen auf einen Abfluss von 280 m³/s bei 3,00 m Gefälle dimensioniert werden müssen. Die Produktionsmöglichkeiten in Rheinklingen, welche sich aus dem täglichen Nettogefälle ergeben, wurden aus dem

mittleren täglichen Abfluss des Zeitraums zwischen 1904 und 1923 ermittelt, unter der Annahme, dass die Regulierung in dieser Zeit bereits stattgefunden haben würde. Die graphischen Ergebnisse sind in Anhang **Abbildung B - 2** dargestellt. Deutlich zu erkennen ist, dass das Kraftwerk vor allem im Winter Strom produzieren hätte können. Auch zeigt es, dass ein Ausbau über 6000 kW hinaus nicht sinnvoll gewesen wäre (im Gegensatz zu den 7500 kW installierter Leistung bei Maier & Maier (1924)). Im Mittel der Jahre 1904 bis 1923 hätte sich eine Produktionsmöglichkeit von 9,8 Mio. kWh Sommerenergie und 19,6 Mio kWh Winterenergie ergeben, bzw. 29,4 Mio. kWh Gesamtjahresenergie am Generator und (abzüglich der Übertragungsverluste) 27,3 Mio. kWh in Schaffhausen.

Im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit des Kraftwerks ging Kobelt (1926) jedoch kaum davon aus, dass sich ein Betreiber für das Kraftwerk finden würde. Wegen eines Mangels an Abfluss und Wasserspiegeldifferenz im Sommer hätte das Kraftwerk jedes Jahr, teils über Monate hinweg, stillgelegt werden müssen, sodass wohl kaum eine größere Ausnutzung als 70 % möglich gewesen wäre. Auch eine Erhöhung der Leistung wäre kaum in Frage gekommen, da die Abflussmenge nicht an die Bedürfnisse der Kraftwerksbetreiber angepasst hätten werden können, sondern sich nach den Hoch- und Niedrigwasserphasen im Bodensee richtete. Die Energiekosten pro kWh hätten sich bei 70 %-iger Auslastung auf

$$\frac{900.000 \cdot 100}{27.300.000} \cdot 0,70 = 4,7 \text{ Rp/kWh}$$

belaufen.

Die Energiekosten wären somit eher hoch gewesen. Da es sich auch um eine verhältnismäßig kleine Energiemenge gehandelt hätte, rechnete Kobelt (1926) nicht damit, dass das Kraftwerk auch zu einem späteren Zeitpunkt errichtet worden wäre.

Wasserkraft am Hochrhein

Am Hochrhein zwischen Basel und Bodensee waren bis 1926 sechs Kraftwerke in Betrieb (**Tabelle 5-2**):

Tabelle 5-2 Kraftwerke am Hochrhein bis 1926 (nach KOBELT (1926))

Kraftwerk	Eröffnung	Ausbauwassermenge [m ³ /s]	Mittlerer Abfluss [m ³ /s]	Nettogefälle [m]	Maximale Dauerleistung [kW]
Schaffhausen (A+B)	1866	95	365	4,1	2.500
Neuhausen	1893	20	365	20,5	3.000
Eglisau	1920	380	430	10,2	30.000
Laufenburg	1914	600	1.020	10,1	48.000
Rheinfelden	1898	540	1.030	4,9	16.000
Augst-Wyhlen	1912	800	1.040	6,7	37.000

Des Weiteren war der Bau bzw. Ausbau der folgenden zehn Kraftwerke geplant (**Tabelle 5-3**):

Tabelle 5-3 Projektierte Kraftwerke am Hochrhein (nach KOBELT (1926))

Kraftwerk	Ausbauwassermenge [m ³ /s]	Mittlerer Abfluss [m ³ /s]	Nettogefälle [m]	Maximale Dauerleistung [kW]
Schaffhausen	400	365	5,7	16.000
Rheinfall	410	365	25,0	74.000
Rheinau	365	370	10,4	27.500
Rheinklingen	425	440	8,5	30.000
Waldshut	300	440	10,0	20.000
Dogern	750	1.010	9,5	54.000
Säckingen	900	1.030	6,4	42.000
Schwörstadt	900	1.030	10,5	68.000
Neu-Rheinfelden	-	1.030	-	-
Birsfelden	990	1.040	5,7	41.000

Kobelt (1926) bewertete den Nutzen der Bodenseeregulierung für die Kraftwerke auf zwei Arten, zum einen hinsichtlich der Energiemengen und hinsichtlich der Leistungsverbesserung.

Energiemengen

Wenn Wasser, das im Normalfall unbenutzt abgeflossen wäre, im Bodensee gespeichert und zu einem späteren Zeitpunkt abgelassen worden wäre, hätte dadurch die Produktion der Energiemenge erhöht werden können. Beispielsweise konnte Eglisau maximal 380 m³/s verarbeiten. Wären nun an irgendeinem Tag 430 m³/s abgeflossen, so hätten ohne weiteres 50 m³/s im See gespeichert und später für die Energieproduktion zur Verfügung gestellt werden können. Aufgrund der unterschiedlichen Ausbauwassermengen der Hochrheinkraftwerke war eine Optimierung der Energiemengenproduktion nur in eingeschränktem Maße möglich. Trotzdem konnte Kobelt (1926) anhand des Wehrreglements und des Bewertungsplans zum Energiebedarf für die Periode 1904 bis 1922 einen Nutzen von 7,0 Mio. CHF (2014: 45 Mio. CHF) für die bestehenden und 30,5 Mio. CHF

(2014: 192 Mio. CHF) für die geplanten Kraftwerke kapitalisieren. Grundsätzlich handelte es sich dabei aber nicht um eine Erhöhung der Speicheramplitude, sondern um eine zeitliche Verschiebung der Ausnutzung dieser Amplitude vom Herbst auf den Winter. Im Vergleich zur Gesamtleistung der Kraftwerke war dieser Gewinn jedoch sehr gering und wenig bedeutend.

Leistungserhöhung

Durch die Regulierung wäre die niedrigste Abflussmenge von 100 m³/s auf 150 m/s erhöht worden, ebenso hätte sich das Mittel der niedrigsten Abflüsse von 153 auf 188 m³/s erhöht. Für diese Erhöhung der Niedrigwasserführung hätte sich die bisherige Minimalleistung von 54.400 kW auf 66.500 kW erhöht. Bei geschätzten Installationskosten von 1000 CHF/kW wäre den bestehenden Anlagen am Hochrhein dadurch ein Mehrwert von 7,5 Mio. CHF (2014: 48,1 Mio. CHF) zugutegekommen, was sich in etwa mit dem Betrag der vorherigen Schätzung gedeckt hätte.

5.4 Verbesserung der Schifffahrtsverhältnisse bis in den Mittelrhein (bezogen auf die Projekte ab 1953)

Die Rheinschifffahrt ist auf der ungestauten Strecke des Rheins - ab Iffezheim - den veränderlichen Fahrwassertiefen, die sich aus dem Abflussregime des Stroms ergeben, unterworfen. Der Beladungsgrad für ein Schiff mit 2,50 m Tiefgang betrug zu Zeiten der Projektplanungen bei gleichwertigem Wasserstand rund 45 % (STRACK & WYSS, 1970). Insbesondere die Schifffahrtsstrecke bei Kaub im Rheinischen Schiefergebirge weist bei GIW eine Fahrtiefe von nur 2,10 m auf und stellt somit das „Nadelöhr“ des gesamten freifließenden Rheins dar. Die Rheinschifffahrt ist somit sehr an einer Erhöhung der Fahrwassertiefe gelegen, um die Wirtschaftlichkeit des Transportes auf dem Rhein zu steigern. Durch einen höheren Beladungsgrad könnte beispielsweise der Schifffrachtsatz, der gewichtsabhängige Beförderungspreis, reduziert werden. Wie in Kapitel 5.2.2 erwähnt wurde, liegen die fünf Monate mit den niedrigsten Fahrwassertiefen zwischen September und Januar, mit den Minima im Oktober und November. Das Maß der Erhöhung der Fahrwassertiefe mittels Zuschusswasser hängt mit dem zur Verfügung stehenden Wasservolumen zusammen. Im Mittel (1941 - 1965) stand am 1. Oktober eine Wassermenge von 169,3 Mio. m³/s zur Verfügung (STRACK & WYSS, 1970). Aus Besprechungen mit Reedereivertretern ging hervor, dass die Erhöhung der Fahrwassertiefe mindestens konstant 15 cm betragen sollte, was einer zusätzlichen Beladung von 80 bis 100 t entsprochen hätte, bzw. einer Steigerung des Beladungsgrads von 8 %. Des Weiteren sollte die Zuschusswassergabe aus dem Bodensee die Dauer von drei Wochen nicht unterschreiten. Diese Kriterien bedeuteten auf den Pegel Kaub bezogen eine Erhöhung des Abflusses um 90 m³/s oder etwa 7,8 Mio. m³/d (STRACK & WYSS, 1970). Mit dem Bezugslinienverfahren wurden Kriterien erarbeitet, um die ideale Abgabemenge für das Zuschusswasser zu finden. Hätte die Fahrwassertiefe am Pegel Kaub am 1. Oktober weniger als 2,15 m betragen, wäre ab diesem Tag mit der Abgabe am Bodensee begonnen worden. Gleichzeitig war eine Wasserbilanz zu erstellen, um die zur Verfügung stehende Wassermenge zu bestimmen und daraus die Zahl der Tage an Zuschusswasser zu berechnen. **Abbildung 5-6** zeigt die Bezugslinien für die Zuschusswassergabe von Oktober bis Dezember. Die untere Linie zeigt, ab welcher Fahrwassertiefe in Kaub Wasser zugegeben hätte werden soll. Hätte die Fahrwassertiefe den Wert erreicht, wie er durch die obere Linie gekennzeichnet ist, so hätte die Abgabe gestoppt werden können.

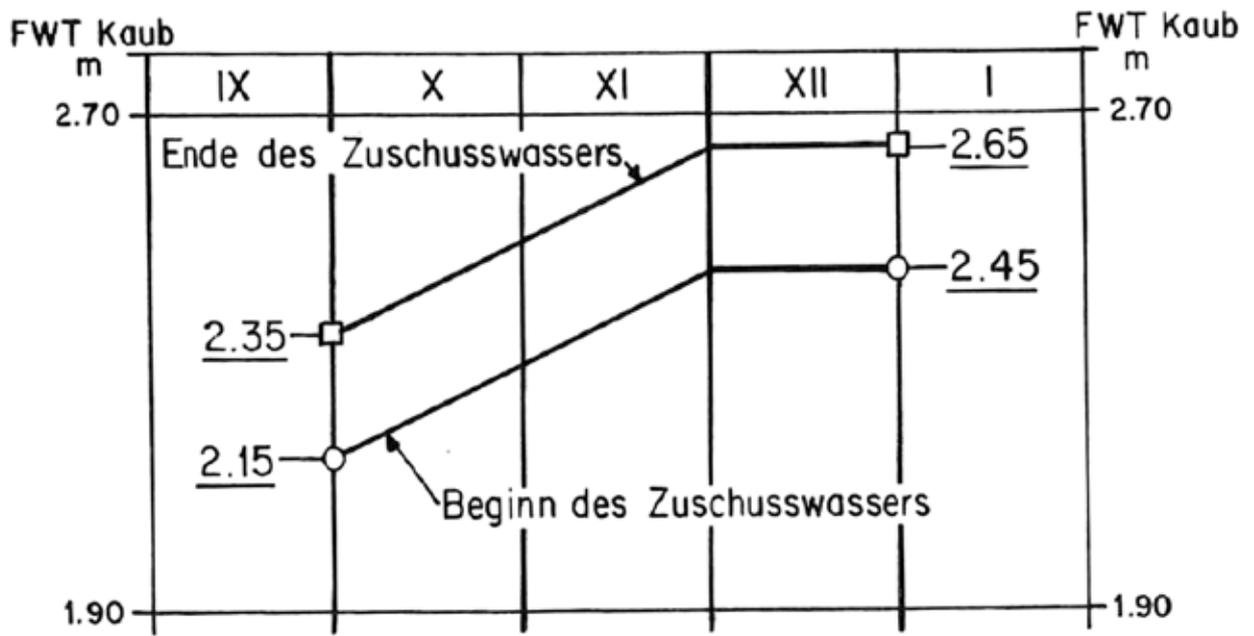


Abbildung 5-6 Bezugslinien für die Zuschusswassergabe von Oktober (X) bis Ende Dezember (XII)
 FWT: Fahrwassertiefe (STRACK & WYSS, 1970)

6 Auswirkung auf die Seeufer

6.1 Ökologische Auswirkungen

6.1.1 Ökologie der Seeufer und Flachwasserzone

Beschreibung der Seeufer und Flachwasserzone

Mit einem Anteil von rund 15 % an der gesamten Fläche des Bodensees nimmt der Flachwasserbereich einen nicht zu vernachlässigenden und daher eigens zu charakterisierenden Anteil am Gesamtökosystem ein. Die Flachwasserzone kann, beginnend vom Uferbereich, in verschiedene Abschnitte unterteilt werden. Sie beginnt mit dem *Seehag*, der Uferkante welche mehrheitlich trocken liegt und wird gefolgt von der Flachwasserzone, der sogenannten *Wysse*, welche meist überflutet ist. Der *Seehag* und Teile der *Wysse* zählen somit zum zeitweilig überfluteten *Eulitoral*. Daran schließt sich das ständig unter Wasser stehende *Sublitoral* an, welches an der *Halde* bei einer Tiefe von etwa 10 m ins *Profundal*, die Tiefwasserzone übergeht (**Abbildung 6-1**).

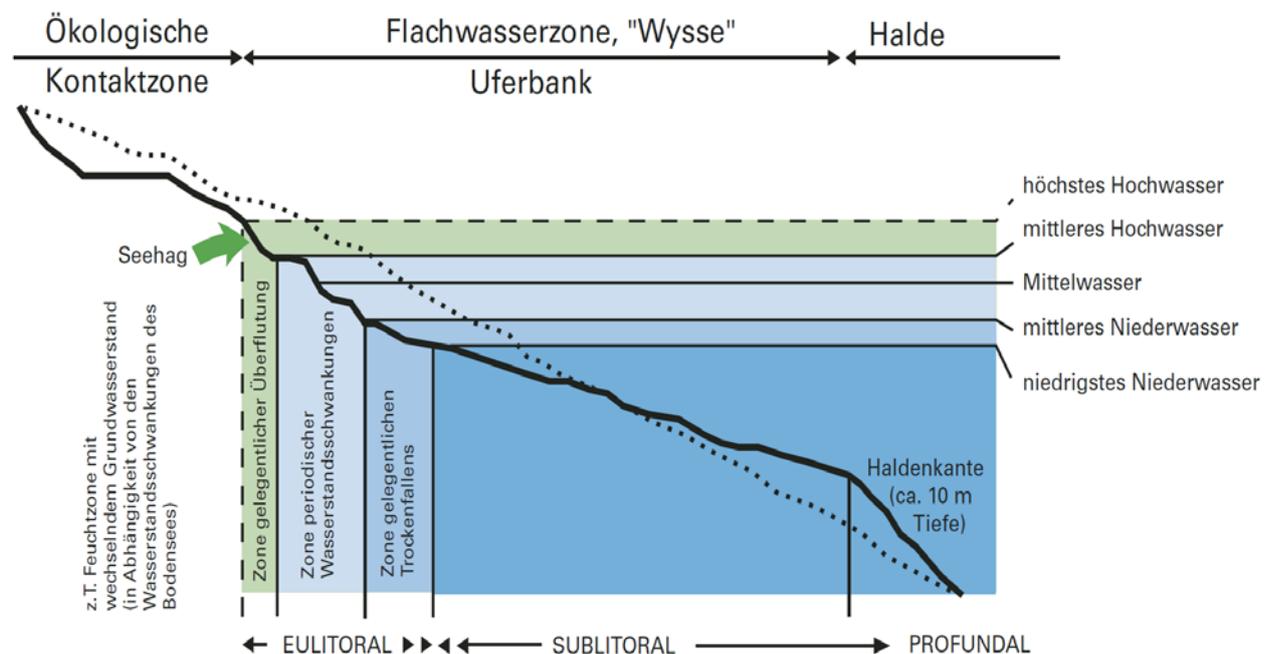


Abbildung 6-1 Schematische Gliederung des Ufers und der Flachwasserzone des Bodensees (MÜRLE ET AL., 2004)

Im Flachwasserbereich findet ein reger Austausch zwischen Wasser, Seeboden und Luft statt und er beherbergt die weit größte Zahl an Lebensräumen und Biozöosen im Bodensee. Bedingt durch die natürlichen Wasserspiegelschwankungen des Sees, wird das *Eulitoral* in regelmäßigen Abständen überschwemmt und somit werden der Stoffhaushalt und die Reproduktionszeiten beeinflusst. Des Weiteren haben die Geschwindigkeiten der An- bzw. Abstiegszeiten und der damit verbundene Wellenschlag auch einen erheblichen Einfluss auf die Erosionsdynamik und die Morphologie der Uferzone.

Überblick über die Biozöosen

An den nicht durch anthropogene Eingriffe verbauten Flachufers finden sich in vielen Abschnitten gute Standortbedingungen für Streuwiesen, sowie Binsen- und Schilfbestände

(v.a. mit *Phragmites australis*), welche wiederum eine Vielzahl an Tier- und vor allem Vogelarten beherbergen.

Auf den kiesigen nährstoffarmen Flächen des *Litorals* siedeln die Pflanzengesellschaften des Strandrasens, deren charakteristischer Standortfaktor die natürlichen Wasserspiegelschwankungen sind – beispielsweise das Bodensee-Vergissmeinnicht und die Strandschmiele. Der Bodensee-Steinbrech (*Saxifraga oppositifolia* ssp. *amphibia*) und die Riednelke (*Armeria purpurea*) sind am Bodensee bereits ausgerottet (MÜRLE ET AL., 2004).

Bei den Makrophytenbeständen (z.B. Armleuchteralgen *Characeen*) sind die Standortansprüche mehr durch den Nährstoffhaushalt (Trophie) als durch die Wasserspiegelschwankungen geprägt. Mit zunehmendem Trophiegrad verbreiteten sich in den Achtzigerjahren Grün-, Kiesel- und Blaualgen sowie autochtone Bakterien. Gleichzeitig verbreitete sich auch die eingeschleppte Zebrauschel (*Dreissena polymorpha*) in der Flachwasserzone. Da diese in den Wintermonaten den Taucherenten wie beispielsweise der Reiherente (*Aythya fuligula*) als Nahrung dient, war hier eine Bestandserhöhung zu vermerken. Mit einem Rückgang der Eutrophierung in den Neunzigerjahren verbreiteten sich die Armleuchteralgen wieder, wodurch wiederum mehr Kolbenenten (*Netta rufina*) angelockt wurden (MÜRLE ET AL., 2004).

Im Allgemeinen bietet der Bodensee sowohl zum Überwintern, als auch ganzjährig mit einladenden Brutplätzen in den Schilfgürteln attraktive Lebensräume für Wasservögel. Das *Litoral* ist heute zudem von Großkrebsen besiedelt. Diese sind Neobiota (Neueinwanderer). Die häufigsten Bodenseefische stellen Bodenseefelche (*Coregonus wartmanni*) und Flussbarsch (*Perca fluviatilis*), auch Kretzer oder Egli genannt, dar. Letzterer klebt seine Laichbällchen an Bewuchs in Flachwasserzonen und ist somit stark von diesem abhängig (MÜRLE ET AL., 2004).

Anthropogene Änderungen des Seespiegels und deren Auswirkungen auf die Uferzonen

Im Zuge der Planungsvorschläge zur Regulierung des Bodensees hat sich keiner der Autoren direkt mit den ökologischen Folgen einer anthropogenen Wasserspiegelregulierung u. a. auf die Ufer- und Flachwasserbereiche befasst.

Die erste *Untersuchung zur Abklärung hydrobiologischer Fragen der Bodenseeregulierung* wurde 1946 von Otto Jaag (JAAG, 1946) im Auftrag des Amtes für Umweltschutz und Wasserwirtschaft im Zuge des Genehmigungsverfahrens des Projektes von Kobelt aus dem Jahre 1926 verfasst.

Das damalige Reglement sah vor, die Niedrigwasserstände weiter in das Frühjahr (März bis April) hinein zu verlegen, allerdings mit durchschnittlich höheren Wasserständen als zuvor: Im Januar wäre eine Erhöhung von durchschnittlich 60 cm, im Februar von 45 cm und im März von 20 cm vorgesehen gewesen. Ende April hätte der Wasserstand dem des unregulierten Zustandes fast wieder vollständig entsprochen. Die sommerlichen Hochstände wären etwa um 50 cm verringert worden. Große Hochwasserstände wären um rund 70 cm gesenkt worden. Daraus ergibt sich, dass manche Flächen nicht mehr überflutet und andere dafür permanent überflutet worden wären.

In Bezug auf die Auswirkungen auf die Schilfbestände argumentierte JAAG (1946), dass bis zu diesem Zeitpunkt die Kenntnisse über die Standortbedingungen dieser Pflanzenarten noch nicht völlig geklärt waren. Als wichtigste Phase im Wachstum des Schilfrohrs nennt er das Frühjahr, wenn die Schilfhalme zu sprießen beginnen. Zu dieser Jahreszeit hätten nach JAAG (1946) aber die gesamten schweizerischen Schilfbestände sowohl im regulierten, als

auch unregulierten Zustand über Wasser gelegen (unter Wasser würden sie verfaulen). JAAG (1946) folgerte daraus, dass aus der Regulierung (nach dem ihm zugrundeliegenden Reglement von 1943) des Bodensees keinerlei Schäden für die Schilfbestände zu erwarten gewesen wären und sich somit keinerlei sichtbare Beeinträchtigungen ergäben hätten.

Negative Auswirkungen jedoch hätte eine Regulierung auf den wiesenähnlichen Rasen der sandig-kiesigen Brandungszone des Ufers gehabt. Diese Gesellschaft setzt sich hauptsächlich zusammen aus: Nadelbinsen (*Elecharis acicularis*), dem Strandling (*Litorella uniflora*), dem Bodensee-Vergissmeinnicht (*Myosotis rehsteineri*), Reuter Labkraut (*Galium reuteri*), dem gegenblättrigen Steinbrech (*Saxifraga oppositifolia*), dem Hahnenfuß (*Ranunculus reptans*), der Strandschmiele (*Deschampsia rhenana*) und einer Reihe weiterer hierfür typischer Pflanzenarten (JAAG, 1946). Diese Pflanzen besiedelten damals vorwiegend den Bereich in einer Höhe von 395,0 - 395,5 m ü. M. Nach der Regulierung wären sie für eine wesentlich kürzere Dauer nicht von Wasser bedeckt gewesen, was ihre Bestände, v.a. den des Vergissmeinnichts, gefährdet hätte. JAAG (1946) betont darüber hinaus, dass diesen Pflanzen ein hohes wissenschaftliches Interesse zukommt, da sie ein Relikt der letzten Interglazialzeit sind. Um der Gefahr der Vernichtung dieser schützenswerten Vegetationen zuvorkommen, empfiehlt er, in etwas höher als bisher gelegenen Lagen künstliche Keimplätze zu schaffen. Diese hätten sich auch im Hinblick auf die Sicherung des Ufergrundes günstig ausgewirkt.

Im Jahr 1966 legte JAAG (1966) einen Ergänzungsbericht zum Gutachten von 1946 mit dem Titel *Bodenseeregulierung - Abklärung hydrobiologischer Fragen* vor. Dieses Gutachten wurde ebenso vom Eidgenössischen Amte für Wasserwirtschaft in Auftrag gegeben, während gleichzeitig der Projektvorschlag der Locher & Cie AG von 1953 beurteilt wurde. Diesem Projekt liegt ein anderes Wehrreglement zugrunde. Gegenüber dem Reglement von 1943 unterscheidet es sich darin, dass die winterlichen Wasserstände denen im unregulierten Zustand entsprochen hätten. So wären die Wasserstände im September ca. 20 cm höher und die im Februar ca. 30 cm tiefer als diejenigen des Reglemententwurfs von 1943 gewesen. Das Regulierungsregime 1973 entspricht etwa den unregulierten Wasserständen mit dem Unterschied, dass sich die höchsten Wasserstände im Juni bis Juli auf den September verschoben und der mittlere Höchstwasserstand etwa 26 cm tiefer gelegen hätte als zum damaligen Zeitpunkt (auf 396,23 m ü. M.).

Im Bereich des Eschenzer Horn (dort, wo das Regulierwehr entstehen sollte) wäre im Uferbereich aufgrund der verminderten Fließgeschwindigkeit bei beiden Reglements die Verschlammung, Verkräutung und Veralgung stark gefördert worden (JAAG, 1966). Seichte Stellen des Sees wären diesem Regime nach im Winter nicht überflutet worden. Eine Überflutung in den Wintermonaten, wie beim Regime des Gutachtens von 1946, wäre für das Wachstum höherer Pflanzen im Uferbereich förderlicher, da die überfluteten Flächen im Winter nicht gefrieren und sich dadurch ausgeglichene Lebensbedingungen ausbilden würden. Im Fazit beurteilt JAAG (1966) das neue Reglement als geringfügig besser, weist aber nochmals darauf hin, dass speziell die geänderten Stauverhältnisse im Bereich des Wehrs bei Eschenz und die Rinnenbaggerungen am Ausfluss des Rheins negative Auswirkungen auf die Lebensgemeinschaften der Kalktuffgerölle am Stromgrund und die Schnegglisande, die am Wasserrand der Insel Werd und Langenrain zu finden sind, erfahren werden.

Eine weitere Studie, welche u.a. die Frage der Uferauswirkung der Bodenseeregulierung behandelt, ist die *Vorläufige Stellungnahme der Sachverständigen der Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee* (INTERNATIONALER TECHNISCHER AUSSCHUSS, 1973). Grundlage dieser Untersuchung war das neu aufgestellte Regulierungsregime 1973, welches sich von dem von Jaag unterschied. Grundlage dieses Reglements war:

- Anhebung der Mindestwasserstände im Sommer auf eine Kote von 396,0 m ü. M
- Beibehalten der tiefen Wasserstände
- Absenkung des Sees alle Schaltjahre von Mitte Februar bis März auf eine minimale Kote zur Durchführung von Uferarbeiten
- Schnellerer Anstieg der Seestände im Frühjahr
- Erhöhung des Abflusses bei Niedrigwasserführung des Rheins in der Zeit von Oktober bis Dezember

Aufgrund der Uniformierung des Wasserstandes würde es zu einer Verarmung der Flora kommen, von der insbesondere seltene, an die Randbedingungen adaptierte Arten und pflanzliche Relikte aus der Eiszeit betroffen wären. Die Angleichung der Wasserstände hätte vor allem einen Vorteil auf die Entfaltung weniger 'Allerweltsarten', wie etwa der Laichkräuter. Eine solche Entwicklung ist aus ökologischer Sicht jedoch nicht zu begrüßen, da Lebensräume mit zahlreichen Arten und geringerer Individuenzahl meist stabiler sind und weniger anfällig gegenüber Veränderungen der Umwelt sind (INTERNATIONALER TECHNISCHER AUSSCHUSS, 1973). Die Änderung der Wasserstandsverhältnisse hat auch direkte Auswirkungen auf die Temperaturverhältnisse im Seeboden. Die Studie des Internationalen Technischen Ausschusses (ITA) (INTERNATIONALER TECHNISCHER AUSSCHUSS, 1973) ergab, dass im Untersee mit einem Rückgang von 20 % in der Vegetationsentwicklung zu rechnen wäre. Im Hinblick auf die Entwicklung der Röhrichtgesellschaften (*Phragmites*, *Scripus*, *Typha*, *Glyceria*) ergäbe sich durch das Regulierungsregime 1973 vor allem in den Sommermonaten eine negative Beeinflussung. Im Herbst ist der geänderte Wasserstand jedoch als positiv anzusehen, da infolgedessen Schädigungen des Röhrichts durch Insekten vermindert werden könnten.

Einfluss der Wehrstandorte auf die Natur

Anlässlich einer Besprechung zur Bodenseeregulierung am 15. Mai 1968 wurde eine Expertenkommission (KNOLL ET AL., 1969) damit beauftragt, die verschiedenen Standorte für das Regulierwehr hinsichtlich der Fragen des Naturschutzes zu begutachten. Im ursprünglichen Projekt 1953 war der Standort des Wehrs ca. 1100 m flussabwärts der Eisenbahnbrücke bei Hemishofen geplant. Da das Wehr einen erheblichen Eingriff in die Natur darstellte und die Rheinstrecke Stein am Rhein bis Schaffhausen eine weitgehend natürliche, landschaftlich reizvolle Strecke mit üppiger Ufervegetation war, war aus der Sicht des Naturschutzes das Wehr direkt unterhalb der Eisenbahnbrücke anzuordnen, da dort bereits ein Eingriff in die Natur vorgenommen worden war und ca. 50 m oberhalb der Eisenbahnbrücke auch eine Straßenbrücke errichtet werden sollte. Grundsätzlich sei jedes Bauwerk in diesem Abschnitt eine Belastung für die Natur und ein weiterer Eingriff aus Sicht des Landschaftsschutzes daher abzulehnen (KNOLL ET AL., 1969). Auch die Begradigungen der Flussstrecke stellten einen erheblichen Eingriff in die Ökologie und die Ufervegetation dar und wären abzulehnen (KNOLL ET AL., 1969). Die Locher & Cie AG. kam diesem Manko nach und stellte, basierend auf dem Projekt 1953 eine neue Ausarbeitung zur Verfügung, die Variante 3 A. Die Expertenkommission verglich die alten Varianten aus dem Projekt von 1953 und die Variante 3 A miteinander und gab letzterer den Vorzug mit folgender Begründung (KNOLL ET AL., 1969):

- Die Zusammenfassung der technischen Elemente ergibt eine einzige lokale Störung der Landschaft.
- Der störende optische Eindruck des Wehrs wird neben der Eisenbahnbrücke als weniger stark empfunden.

- Das Wehr ist vom See aus selbst nicht zu erkennen.
- Die baulichen Eingriffe sind am Ort des Wehrs weniger aufwendig.
- Für die Schifffahrt wird dieser Abschnitt durch die Schleuse in Zukunft leichter zu passieren sein.

1977 folgte ein weiteres, abschließendes Gutachten (HENNE ET AL., 1977), welches speziell den Einfluss der beiden Projekte Locher & Cie AG (1972) und Bächtold (1973) im Sinne des Schutzes von Landschaft und Natur miteinander vergleicht. Darin wird der Einfluss der Wehre und der Regulierung auf folgende Gruppen betrachtet und bewertet:

- Flusslandschaft als Ganzes und deren Veränderung in den unterschiedlichen Halbjahren
- Ufervegetation
- Eulitoral, Supralitoral und den Uferstreifen
- Nahrungsplätze für Wasservögel
- Schutzwirkung der Flussinseln
- Veränderung der Flusssohle als Biotop
- Veränderung des Landschaftsbildes durch bauliche Maßnahmen

In der Gesamtbewertung wird vor allem die Belastung des Landschaftsbildes durch Bauwerke und Stauhaltung, die Beeinflussung der Ufervegetation, die vernichtende Wirkung auf die schützenswerten Kalkriffbänke im Bereich des Hochrheins und der schwerwiegende Eingriff auf die Nahrungsplätze der Wasservögel im Herbst und Winter als untragbar eingestuft. In einer abschließenden Bemerkung heißt es im Hinblick auf beide Projektvorschläge wörtlich (HENNE ET AL., 1977):

„Aus dieser Erkenntnis [den Ergebnissen] heraus raten wir dringend, von einer Bodenseeregulierung im dargestellten Sinne abzusehen. Sie erscheint uns nicht verantwortbar.“

Natürliche Änderungen des Seespiegels und deren Auswirkungen auf die Uferzonen

Wie in Kapitel 2.1 angesprochen wurde, zeichnet sich seit dem letzten Jahrhundert eine Veränderung in der Amplitude der Seespiegelschwankungen ab, welche nicht in direktem Zusammenhang mit baulichen Maßnahmen stehen, sondern durch den Klimawandel oder die indirekte Regulierung der Bodenseezuflüsse bedingt sind und ebenfalls zu Veränderungen am Seeufer führen. PD Dr. Wolfgang Ostendorp vom Limnologischen Institut der Universität Konstanz ist einer der renommiertesten Wissenschaftler in der Erforschung des Bodenseeufer und befasst sich seit mehr als 20 Jahren mit dieser Thematik, v.a. mit den Röhrichten (OSTENDORP (1990A) oder OSTENDORP (1990B)).

Schmieder et al. (2003) erforschten den Einfluss des Wasserstandsgangs des Bodensees in den letzten 40 Jahren auf die Entwicklung der Uferröhrichte an ausgewählten Ufern in den letzten vier Jahrzehnten. Dabei konnte festgestellt werden, dass die Röhrichtbestände verschiedener Uferabschnitte sehr unterschiedliche Entwicklungen in ihrem Bestand aufweisen. Ein genereller Trend, etwa der eines Schilfsterbens aufgrund einer langfristigen Wasserspiegelveränderung, kann nicht festgestellt werden. Es sind hauptsächlich großräumige Extremereignisse wie die Hochwasser von 1965 oder 1999, welche die Entwicklung der Uferröhrichte beeinflussen (aufgrund der begrenzten Überflutungstoleranz dieser Pflanzen). Abschließend kommen Schmieder et al. (2003) zum Urteil, dass extreme Hochwässer, welche in den frühen Wachstumsphasen des Schilfs auftreten, unmittelbar zu

großen Wachstumsverlusten mit langen Regenerationszeiten führen würden. Die Häufung von Extremereignissen könnte somit für die Röhrichte eine weit geringere Flächenausdehnung als unter den bisherigen Bedingungen bedeuten, speziell wenn die Ereignisse, bedingt durch milde Winter, zeitlich früher im Jahr eintreffen.

Auch Ostendorp et al. (2004) belegen diese Tatsache. Die Dynamik der Ausbreitung der Uferrohrichte hängt, abgesehen von einigen Stressoren (Insektenbefall, Fraß), von den hydrologischen Verhältnissen ab. Die starken Schilfrückgänge von 1965 bis 1967 und 1998 bis 2000 wären in erster Linie durch die starken und frühzeitigen Überschwemmungen von 1965 und 1999 ausgelöst worden. Weiter argumentieren sie, dass viel wichtiger als die Dauer der Überflutung, der Eintrittszeitpunkt des Hochwassers ist, der die Schilfbestände zurückdrängt. Milde und kurze Winter lassen den Pegel früher steigen, was befürchten lässt, dass sich bei häufiger auftretenden Überschwemmungen die Bestandsgröße der Röhrichte dezimieren wird und sich die Grenze in Zukunft deutlich landeinwärts verschieben könnte (OSTENDORP ET AL., 2004). Die Auswirkungen eines solchen Schilfrückgangs könnten sein (OSTENDORP, 1993):

- Frei liegende Sedimente werden mobilisiert, was lokal zu Ufererosion und Verschlammung führt.
- Das Schilf liegt nur noch landeinwärts und in höheren Lagen, wo es geringfügiger überschwemmt ist. Die Nutzbarkeit für laichende Fische und brütende Vögel wird dadurch herabgesetzt.
- Die Dominanz des Schilfröhrichts wird geschwächt und andere Schilfarten, wie die Seebirse (*Schoenoplectus lacustris*), Rohrkolben (*Typha latifolia*, *T. angustifolia*), und Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea*) könnten sich dadurch vermehrt ausbreiten.

Ostendorp et al. (2007) gehen in ihrer Ausführung über die Folgen des Klimawandels auf den Bodensee über die bereits genannten Punkte hinaus. Während der Niedrigwasserphase 2003 lagen große Flächen von Juli bis Ende September trocken. Dies begünstigte die Ansiedelung einjähriger krautiger amphibischer Arten, wie z. B. des Gift-Hahnenfußes (*Ranunculus sceleratus*), Gauchheil-Ehrenpreises (*Veronica anagallis-aquatica*), Quellgrases (*Catabrosa aquatica*), Wasser-Sumpfkresse (*Rorippa amphibia*), die unter normalen Wasserstandsbedingungen am Bodenseeufer nur selten und vereinzelt auftreten. Dabei handelt es sich jedoch um Pioniervegetation, deren Auftreten von singulären Ereignissen gesteuert ist.

Ostendorp et al. (2007) beschreiben auch die Auswirkungen der hydrologischen Änderungen auf den Strandrasen, die typisch für die kiesigen Bodenseeufer sind. Der Strandrasen besteht hauptsächlich aus Strand-Schmiele (*Deschampsia littoralis*), Bodensee-Vergissmeinnicht (*Myosotis rehsteineri*), Ufer-Hahnenfuß (*Ranunculus reptans*) und Strandling (*Littorella uniflora*), die zusammen die Strandschmielen-Gesellschaft bilden (*Deschampsietum rhenanae*), wie auch schon von JAAG (1946) beschrieben. Zukünftige Veränderungen im Wasserstand könnten den Strandrasen auf folgende Art gefährden (OSTENDORP ET AL., 2007):

- Das Strandrasen-Band am Bodensee könnte wegen geringerer jährlicher Wasserstandsamplituden schmaler und anfälliger gegenüber Störungen werden.
- Eine früher eintretende Hochwasserphase infolge milderer Winter könnte besonders die generative Verbreitung der typischen Strandrasenarten einschränken und die ohnehin schon kleinen Bestände weiter gefährden.

- Nimmt die Frequenz der Überschwemmungen ab, so würde dies zu einer Zunahme der konkurrenzstarken grasartigen Arten führen.

Nach der Einschätzung von Ostendorp (OSTENDORP, 2013) existieren seines Wissens keine aktuellen Arbeiten, die sich mit der Thematik der Auswirkungen auf die Uferzonen bei einer Regulierung des Bodensees befassen. Wie die Gutachten von JAAG (1946) und JAAG (1966) zeigen, hängen die Auswirkungen auch nicht nur von einer Regulierung im Allgemeinen ab, sondern vom Wehrreglement, den Stauzielen, sowie den Hochwasserereignissen.

6.1.2 Gewässerökologie des Bodensees und des Hochrheins

Auswirkung auf die chemisch-biologischen Eigenschaften des Bodensees

Laut JAAG (1966) führen die verminderten Turbulenzen und Strömungen im See in den Sommermonaten zu einer Erhöhung der oberflächennahen Wassertemperatur. Die geringeren Turbulenzen haben auch eine Anreicherung von Stickstoff und Phosphor zur Folge, was die Planktonproduktion erhöht. In der Zeit des Zerfalls dieser Vegetation während der Herbstmonate entsteht dadurch ein erhöhter Sauerstoffverbrauch in den tieferen Schichten durch den Abbau organischer Substanzen. Insgesamt bedeutet dies, dass sich die biologischen und chemischen Bedingungen besonders im Stauraum vor dem Wehr eher im negativen Sinne entwickeln. JAAG (1966) hebt vor allem hervor, dass der Aufstau des Rheins bei Hemishofen hinsichtlich der Biologie eine Verschlechterung mit sich bringt. Grünalgen und Moose weichen einer Schlamm-biozönose, Zuckmückenlarven und anderen Schmutzwassertieren. Die Flusssohle verschlammt und in den Totwasserbereichen tritt Fäulnis und Anaerobiose auf und kann nur noch von gut daran angepassten Sapropelfauna besiedelt werden.

Auch der Internationale Technischer Ausschuss (1973) klärt in ausführlicher Weise, wie sich das Projekt 1967 R auf die Biologie und Chemie des Bodensees auswirkt. In Bezug auf die sommerliche Produktionsleistung zum Aufbau organischer Substanz des Epilimnions (oberflächennahe, ca. 20m tiefe Wasserschicht) hat das Projekt 1967 R keine merkliche Auswirkung. Die Veränderung der epi- und hypolimnischen (Hypolimnion = tiefere kältere Wasserschicht) Volumenrelation hätte im Untersee im Höchstfall weniger als 1 % betragen. Die Regulierung hätte jedoch je nach Jahreszeit eine beträchtliche Auswirkung auf die Aufenthaltsdauer des Wassers im Epilimnion gehabt, was sich besonders auf die Akkumulation und Ausschwemmung von Nährstoffen und die Biomasse des Planktons ausgewirkt hätte. Die Ergebnisse (INTERNATIONALER TECHNISCHER AUSSCHUSS, 1973) werden hier kurz wiedergegeben:

- Aus dem regulierten See wären in Zeiten niedriger Phosphorkonzentration mehr Wasser, und in Zeiten höherer Konzentration weniger Wasser ausgeflossen als im unregulierten Zustand. Letzten Endes wäre dadurch mehr Phosphor im See zurückgeblieben. Die Belastung hätte sich auf etwa 2 t/a, bzw. 0,2 % der damaligen (1973) Zufuhr belaufen und sich zum Teil auf die einzelnen Monate die auch eine erhöhte Planktonproduktion aufweisen, verteilt. Insgesamt hätte die Änderung des Phosphorhaushaltes aber vernachlässigt werden können.
- Das Maximum der Biomasseproduktion fällt auf die Zeit mit dem geringsten Abfluss im Projekt 1967 R, wohingegen die Zeit des maximalen Abflusses ein Minimum an Biomasse aufweist. Ohne die Eigenvermehrung des Phytoplanktons einzurechnen wäre durch die Regulierung der Biomassegehalt im See um 10-12 % angestiegen.

Das Material hätte im See zusätzlich verarbeitet werden müssen, womit sich der Sauerstoffgehalt im Untersee merklich verschlechtert hätte. Es hätte mit einer Abnahme von 10-12 % gerechnet werden können.

Auswirkungen auf die Fischereiverhältnisse

Bereits Sommer (1922) bedachte den Einfluss der Seespiegelschwankungen auf die verschiedenen Fischarten. Hauptsächlich vorkommende Raubfischarten sind der Hecht, die Forelle und der Felche, zu den Nutzfischen zählen der Karpfen und der Gangfisch. Im Jahr 1912 betrug der Ertrag der Bodenseefischerei auf deutscher Seite rund 294.411 kg. Wie groß der Schaden war, der durch außerordentliche Seestände (Hoch- und Niedrigwasser) verursacht wurde, bzw. welchen Einfluss die Regulierung auf die Fischereiverhältnisse gehabt hätte, konnte nicht festgestellt werden (SOMMER, 1922).

Auch während der Zeit des Projektes Kobelt (KOBELT, 1926) war die Fischerei für zahlreiche Familien eine bedeutende Erwerbsquelle. In Abstimmung mit der eidgenössischen Inspektion für Forstwesen, Jagd und Fischerei wurde deshalb dem Wunsch der Fischereifachleute nachgegangen und bei der Projektierung der Abflusskorrektur zwischen Gottlieben und Ermatingen Rücksicht auf die wichtigsten Laich- und Fanggebiete im Untersee genommen, obwohl andere Linienführungen aus Sicht der Schifffahrt vorteilhafter gewesen wären.

Die künstliche Regulierung des Seespiegels hätte auf die im Obersee hauptsächlich vorkommenden Blaufelchen kaum bis keinen Einfluss gehabt, da diese Felchenart im freien See in großer Tiefe lebt. Die Wasserspiegelschwankungen haben auch im unregulierten Zustand keine Auswirkungen auf sie. Im Untersee laichen die dortigen Gangfische, Sand- und Weißfelchen, Hechte, Barsche und Karpfen bevorzugt im flachen Wasser in 0,5 bis 3 m Tiefe. Wenn eine längere künstliche Stauung im Herbst erfolgen würde, wären die Laichplätze der Gangfische und Weißfelchen im November und Dezember beeinträchtigt. Laut Fachleuten der Fischerei würde dies zu erheblichen Einbußen im Fischereigewerbe führen. Aus diesem Grund wurde beim Reglement die Stauzeit gekürzt und mit dem Absinken des Seespiegels bereits in der ersten Oktoberhälfte begonnen. Um eine Verschlechterung der sich im Frühjahr fortpflanzenden Fische zu vermeiden, wurde das Wehrrglement auch dahingehend verändert, dass die Seestände nicht später angestiegen wären als bisher und somit die Laichplätze erhalten geblieben wären (KOBELT, 1926).

Eine Regulierung des Bodensees nach dem Projekt 1967 R hätte auch Auswirkungen auf die Fischbestände in verschiedenen Bereichen des Bodensees aufgrund veränderter Abflussmengen, Wasserstände, Fließgeschwindigkeiten, Wassertemperaturen, morphologischer Verhältnisse und der Wasserqualität gehabt. Die Fischereisachverständigen der Hochrheinufestaaten und die Internationale Bevollmächtigtenkonferenz für die Bodenseefischerei formulierten im Internationalen Technischer Ausschuss (1975) ihre Stellungnahme zu den möglichen Folgewirkungen der Bodenseeregulierung auf die Fischbestände.

Ein schnellerer Anstieg des Seespiegels in den Monaten April und Mai hätte Vorteile für den Ablauf der Hechtlaiszeit gebracht, jedoch ist ein Wasserrückhalt von August bis Oktober eher unerwünscht gewesen. Durch Baggerungen im Seerhein und am Ausfluss des Untersees wäre es möglich, dass tiefere, kältere Wasserschichten nach oben dringen. Dies ist grundsätzlich als positiv anzusehen, da durch Speicherhaltung die Wassertemperaturen ansteigen würden und eine Erhöhung der Temperaturen aus der Sicht der Fischerei negativ zu bewerten wäre.

Nachteilige Auswirkungen auf die Fischbestände hätte auch die Veränderung der morphologischen Verhältnisse im Bereich der Flusssohle des Hochrheins gehabt. Besonders für den Äschenbestand, aber auch für andere Fischarten wären bedeutsame Nahrungs- und Laichplätze verloren gegangen. Es wurde gefordert (INTERNATIONALER TECHNISCHER AUSSCHUSS, 1975), dass die Breite der Rinne im Hochrhein auf ein Minimum beschränkt wird und nur an unbedingt nötigen Engstellen Verbreiterungen durchgeführt werden sollten. Im Interesse der Biotope des Untersees und der Fischerei wird ebenso gefordert, die Idee, Untersee-Deponien anzulegen, fallen zu lassen.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Planung der Bodenseeregulierung gemäß dem Projekt 1967 R zu schwerwiegenden Beeinträchtigungen in der Fischerei führen würde, gleiches gilt für die Umsetzung der vorgeschlagenen Reglements der Wasserstands- und Abflussregulierung. Die Erhaltung der Biotope im Hochrhein und Untersee würde den Verzicht auf teils essentielle Bestandteile der Planung verlangen, wie die Rinnenbaggerungen und die Unterwasserdeponien. Auch muss auf die besondere Schutzwürdigkeit der bisher völlig natürlich gebliebenen Gewässerbereiche, wie der Kalktuffbänke mit ihren seltenen Lebensräumen, hingewiesen werden (INTERNATIONALER TECHNISCHER AUSSCHUSS, 1975).

6.2 Seespiegelregulierung und wassernahe Infrastruktur

Im folgenden Abschnitt werden die Auswirkungen der einzelnen Projekte - sofern dort dieser Punkt behandelt wurde - auf die Infrastruktur in direkter Seenähe, wie z.B. Häfen, Anlegestellen oder Brücken, erörtert.

6.2.1 Auswirkungen auf Brücken

Projekt Sommer

Das erste Projekt, das sich im Zuge der Regulierung mit Brückenbauwerken befasst, ist das Projekt Sommer. Hierbei handelt es sich aber weniger um die Auswirkungen der Seespiegelschwankungen, sondern vielmehr um die Auswirkungen der baulichen Maßnahmen. Durch die flussbaulichen Maßnahmen und die Tieferlegung der Sohle wäre ein Umbau der Eisenbahnbrücke in Hemishofen unvermeidlich gewesen, um die Fundamente (Pfahlrost und Beton) zu sichern. Dabei wurden drei Varianten vorgeschlagen (SOMMER, 1922):

- Umbau des Mittelpfeilers in einen Pendelpfeiler und Untersetzen durch ein neues Mauerfundament
- Erstellung von zwei neuen Pendelpfeilern ohne Umbau der Eisenkonstruktion
- Errichtung eines 140 m weit gespannten Bogens mit der bisherigen Konstruktion als Versteifungsträger

Die damalige hölzerne Brücke bei Stein am Rhein für die Straßenverbindung von Stein am Rhein mit Burg hatte durch die Regulierung keine Auswirkungen zu erwarten. Sie ist groß genug dimensioniert gewesen, um in jedem Fall ein Hochwasser ohne Stauung abzuführen. Weitere Auswirkungen auf die Infrastruktur werden von Sommer (1922) nicht beschrieben.

Projekt Maier

Um die Durchgängigkeit für die Schifffahrt zu gewährleisten, wäre der Neubau der Brücke zwischen Schaffhausen und Feuerthalen erforderlich gewesen. Die Wasserspiegelhöhe erreicht bei Schaffhausen eine Stauhöhe von 390,90 m ü. M., die Brücke hätte somit mit der Hauptöffnung auf eine Kote von 396,90 m ü. M. gesetzt werden müssen, um die erforderliche lichte Durchfahrtshöhe von 6 m zu erreichen. Die neue Brücke sollte flussaufwärts der alten errichtet werden, was während der Bauarbeiten zur Regulierung hätte geschehen können, so dass der Verkehr damit nicht gestört worden wäre (MAIER & MAIER, 1924).

Projekt Kobelt

Im Projekt Kobelt (KOBELT, 1926) war vorgesehen, den Hochrhein langfristig auch für die Großschifffahrt nutzbar zu machen. Hierfür wäre ein Umbau der Brücken in Konstanz, Stein am Rhein, Diessenhofen und der Straßenbrücke von Schaffhausen nötig gewesen, da diese zu niedrig lagen und die erforderliche lichte Durchfahrtshöhe nicht vorhanden war. Folgende Vorschläge wurden eingebracht:

- **Straßen- und Eisenbahnbrücke in Konstanz**
Erhöhung der Brücke durch Zufahrtsrampen um 2,60 m an selbiger Stelle
- **Straßenbrücke in Stein am Rhein**
Ersatz der bestehenden Holzbrücke durch eine ähnliche, ca. 3,00 m höher gelegene Brücke (**Abbildung 6-2**)
- **Straßenbrücke in Diessenhofen**
Neue Anordnung der Brücke mit einer um 3,70 m höher gelegenen Fahrbahn
- **Straßenbrücke in Schaffhausen**
Höherlegung der Brücke um 4,50 m und leicht versetzte Anordnung (**Abbildung 6-3**)

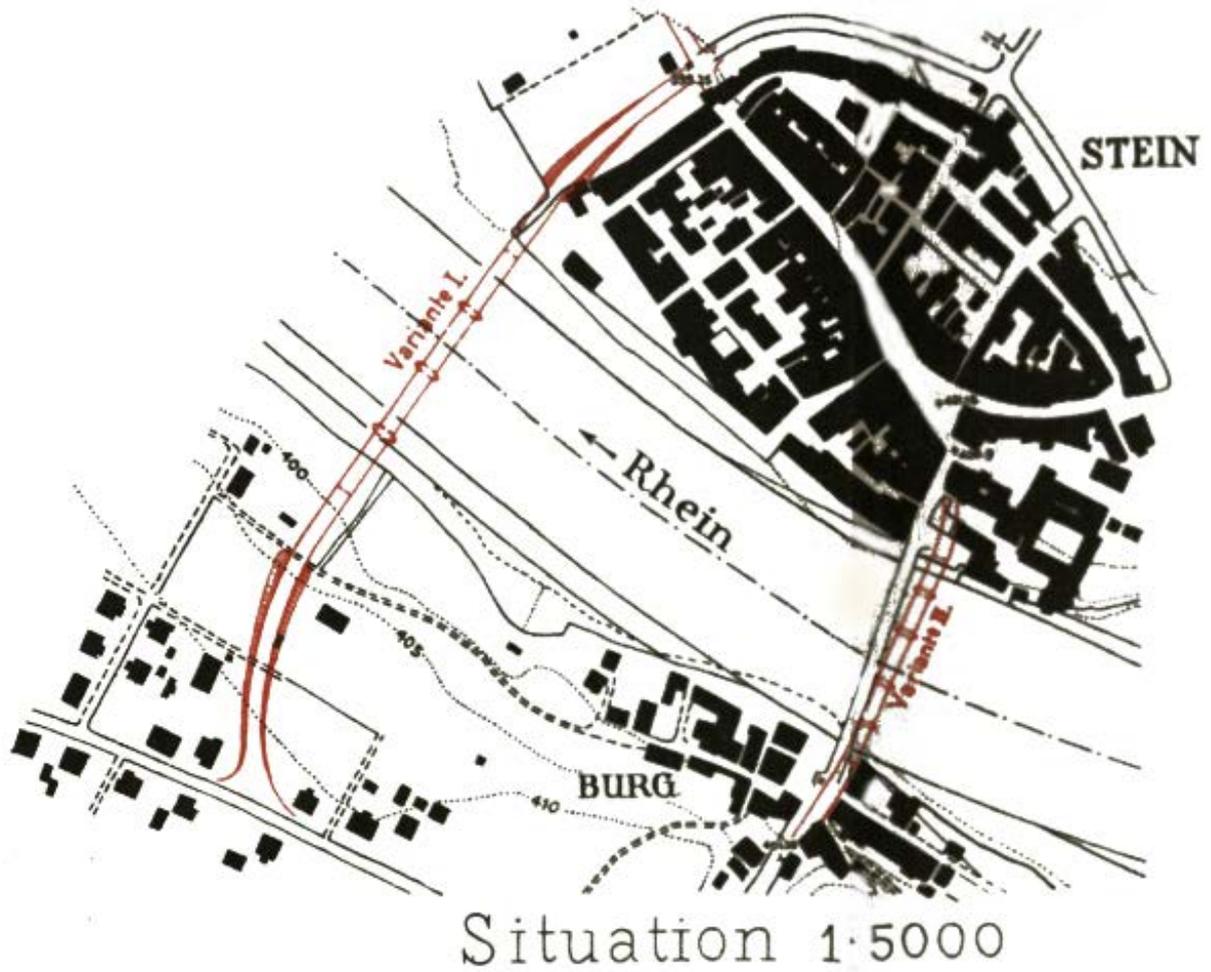


Abbildung 6-2 Anordnung der neuen Brücke in Stein am Rhein, Varianten I und II (KOBELT, 1926; bearbeitet)

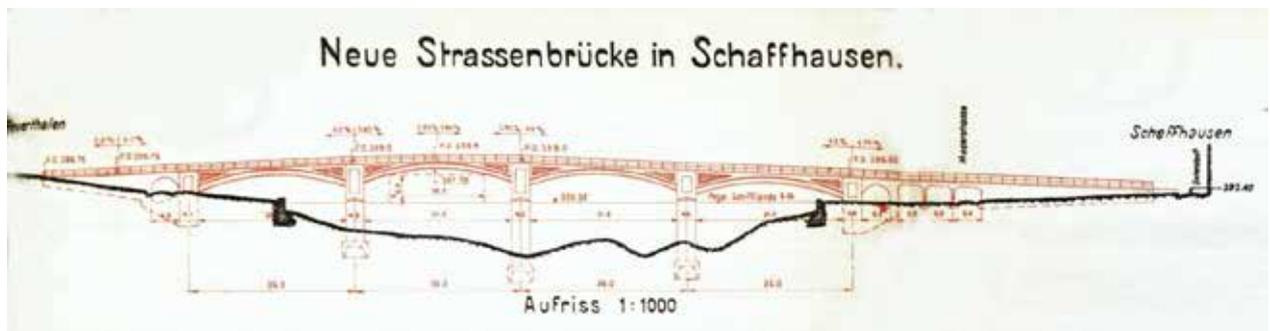


Abbildung 6-3 Querschnitt der neuen Brücke in Schaffhausen (KOBELT, 1926; bearbeitet)

Projekt 1953

Im Projektvorschlag von 1953 der Locher & Cie AG (LOCHER & CIE AG., 1953) wird kurz angesprochen, dass nach der Regulierung die Brückendurchfahrten bei Konstanz und Stein am Rhein Hindernisse darstellen würden, da die lichte Durchfahrts Höhe bei der ersten 4,30 m und bei der zweiten 3,80 m betragen würde. Änderungsmaßnahmen wurden aber nicht vorgeschlagen.

6.2.2 Auswirkungen auf Kläranlagen

Allein die Bächtold AG ging in ihrem Projektentwurf zur Bodenseeregulierung (BÄCHTOLD, 1973) auf den Einfluss der Regulierung auf die Kläranlagen der umliegenden Gemeinden ein. Hohe und langanhaltende (länger als eine Woche) Seestände waren unerwünscht, da durch ein Einstauen der Ablaufrinne die Seuchengefahr erhöht worden wäre. Im Kanton Thurgau lagen die Koten der Auslässe der Kläranlagen am Obersee bei 397,20 m ü. M. und am Untersee bei 397,00 m ü. M. Durch die Regulierung durch das Schlauchwehr wäre der maximale Wasserspiegel des Hochwassers auf 397,22 m ü. M. gestiegen (ohne auf 397,30 m ü. M.) und dies nur für ca. 3 Tage. Damit wäre allenfalls mit leichten Betriebsstörungen zu rechnen gewesen, aber nicht mit einem kompletten Ausfall des Kanalisationssystems. Am Untersee wäre der Spiegel auf 396,90 m ü. M. gestiegen und hätte somit keine Schäden verursacht.

Die Regulierung hätte in diesem Fall eine positive Auswirkung auf das Abwassersystem gehabt.

6.2.3 Auswirkungen der Seespiegelschwankungen auf Hafenanlagen und die Bodenseeschifffahrt

Projekt Honsell

Honsell (1879) erörterte den negativen Einfluss von Hochwasserständen auf die Hafenanlagen und den Schiffsverkehr der Ortschaften rund um den Bodensee. Zu hohe Hochwasserstände überfluteten die Hafenanlagen und Verladestationen, sodass ein regelmäßiger Betrieb dort nicht mehr möglich war und Holz- und Mauerwerk der Häfen beschädigt wurden. Des Weiteren wurde die Dampfschifffahrt zwischen Konstanz und Schaffhausen erschwert oder musste für die Zeit des Hochwassers unterbrochen werden, da die Durchfahrts Höhe der Brücke bei Konstanz und in Stein am Rhein zu gering war. Eine Berechnung oder Darstellung, wie der Vorschlag der Regulierung diese Probleme beseitigt, erfolgte jedoch nicht.

Projekt Sommer

Auch Sommer (1922) beschrieb die Auswirkungen von Hochwasserständen auf die Fahrbedingungen auf dem See und die Häfen getrennt nach Ländern:

- In *Baden* wurden die Landstellen ab einer Höhe von 5,20-5,70 m am Pegel Konstanz (P.K.) überflutet, schon davor belästigte Wellenschlag den Schiffsverkehr. Der lichte Raum unter den Brücken von Konstanz und Diessenhofen wurde ab einem Pegel von 5,00 m P.K. so gering, dass eine Durchfahrt nicht mehr möglich war.
- In *Württemberg* musste der Schiffsverkehr ab einer Höhe von 5,00 m P.K. eingestellt werden.

- *Bayern* betrachtete die Hebung der niedrigsten Seestände von 2,50 auf 3,00 m P.K. und die Senkung der Hochwasser auf unter 5,00 m P.K. als wünschenswert.
- Am Bregenzer Hafen in *Österreich* konnten Gondeln und Segelschiffe erst ab einem Pegel von 3,50 m P.K. anlegen. Die Landestelle in Hard dagegen wurde bereits ab einem Pegel von 4,23 m P.K. überflutet.
- In der *Schweiz* traten Schwierigkeiten ab 2,50 m am Pegel Rorschach (P.R.) auf. Gänzlicher Stillstand trat bei 2,00 m P.R. ein. Am Untersee begannen die Schwierigkeiten für die Schifffahrt bei 3,0 m P.K. Ab einem Pegelstand von 4,80 m P.K. oder höher begannen Schwierigkeiten für die Dampfschifffahrt, gänzlich eingestellt wurde der Schifffahrtsverkehr ab 5,00 m P.K.
Als ideal für die Schifffahrt wurde ein Wasserstand zwischen 3,20 und 4,80 m P.K. erachtet, dann wäre die Schifffahrt ganzjährig möglich gewesen.

Der Projektvorschlag von Sommer (1922) hätte sich in diesem Fall positiv auf die Schifffahrt ausgewirkt, da durch die Regulierung der durchschnittliche Höchstwasserstand auf 4,60 m P.R. herabgesetzt, und der mittlere Niedrigwasserstand auf 3,00 m P.R. gehoben worden wäre.

Projekt Kobelt

Die Dampfschifffahrtsverhältnisse auf dem See wären durch das Projekt Kobelts (KOBELT, 1926) nicht beeinträchtigt worden, da die Tieferlegung der Seestände nicht vorgeschlagen wurde. Die Verkürzung der Dauer der niedrigsten Wasserstände und die künstliche Stauung der Seestände im Herbst wurden als positiv erachtet. Genauso wie in den vorhergehenden Projektvorschlägen erörtert, hätten die Hochwasserstände negative Auswirkungen auf die Bodenseeschifffahrt, sowie die Hafenanlagen, die regelmäßig überschwemmt wurden und zeitweise außer Betrieb genommen werden mussten, gehabt. Durch die Regulierung wäre die Überschwemmungsgefahr dieser Anlagen beseitigt und die allgemeinen Schifffahrtsverhältnisse auf dem See sowie die Brückendurchfahrten verbessert worden. Genaue Zahlen zu den Seespiegelhöhen, ab welchen die Hafenanlagen außer Betrieb genommen werden hätten müssen, wurden nicht genannt.

Projekt 1953

Laut Locher & Cie AG (1953) wurde während der Sommermonate April bis Oktober zwischen Konstanz und Schaffhausen ein reger Schiffsverkehr, hauptsächlich zum Personentransport, betrieben. Das größte Schiff war die *Schaffhausen* mit einer Länge von 90 m, einer Breite von 9,90 m und einem Tiefgang im voll beladenen Zustand von 1,25 m. Die allgemeinen Verhältnisse waren jedoch nicht sehr günstig, da die Schifffahrt bei zu hohen oder zu niedrigen Wasserständen eingestellt werden musste. Nach Angaben der Schweizerischen Schifffahrtsgesellschaft (LOCHER & CIE AG, 1953) beginnt eine starke Beeinträchtigung der Schifffahrt am Untersee unterhalb 2.80 m am Pegel Konstanz (P.K.) und wurde ab 2.60 m P.K. komplett eingestellt, was einem Abfluss von 160 m³/s bei Stein am Rhein entspricht. Ab einer Höhe von 5,00 m P.K. (ca. 870 m³/s) war keine Schifffahrt mehr möglich, da die Brücken bei Stein am Rhein und Diessenhofen ein Hindernis waren. Darüber hinaus werden viele Landungsstege überflutet, sodass ein Betrieb nicht mehr möglich war. Durchschnittlich war aufgrund der Hoch- und Niedrigwasserstände die Schifffahrt in der Zeit zwischen April und Oktober etwa für drei Monate eingeschränkt oder nicht möglich. Nach der Regulierung würden die bestehenden Verhältnisse wesentlich verbessert werden, lediglich die zu

niedrigen Brücken blieben als Hindernis bestehen (LOCHER & CIE AG., 1953). Genaue Seespiegelhöhen wurden in diesem Zusammenhang nicht genannt.

6.3 Schutz der historischen Pfahlbauten

6.3.1 Allgemeines

Der Bodenseeraum diente bereits in der Jungsteinzeit (5.000 v. Chr.) den Menschen als Siedlungsraum für Ackerbau und Viehzucht. Ab ca. 4.000 v. Chr. wurde besonders die Nutzung der Uferzone intensiviert. Relikte dieser neolithischen und bronzezeitlichen Siedlungen sind die sogenannten *Pfahlbauten*, welche zu den wichtigsten Kulturgütern der Region zählen (BREM & SCHLICHTERLE, 2000). Dank des Luftabschlusses unter Wasser sind die Holzüberreste einzigartige Relikte aus vergangener Zeit. Aus diesem Grund wurden die Pfahlbauten im Juni 2011 vom UNESCO Komitee zum Weltkulturerbe der Menschheit erklärt (LANDESAMT FÜR DENKMALPFLEGE BADEN-WÜRTTEMBERG, 2014). Heute sind diese Relikte der Zerstörung durch verschiedene Erosionsvorgänge ausgesetzt. In dem INTERREG IV Projekt wurden diese Erosionsvorgänge selbst mithilfe hydrodynamischer und morphologischer Modellierungen näher erforscht und es wurde nach Möglichkeiten gesucht, die Pfahlbauten auch für die Zukunft weiter zu erhalten (SCHLICHTERLE, 2010). Die Bauten werden z.B. durch Geotextile oder das Aufbringen einer 20 bis 30 cm starken Kiesüberdeckung geschützt.

Neben den ganz natürlichen Abspülvorgängen in der Uferzone, die seit Jahrtausenden die Pfähle bearbeiten, gibt es noch weitere Ursachen der Flächenerosion. Diese sind weniger bauliche Eingriffe in der Uferzone, sondern viel mehr zurückzuführen auf den Rückgang der uferstabilisierenden Schilfbestände, den Wellenschlag von Schiffen und Sportbooten im Uferbereich und die Veränderung des Bodenseewasserspiegels (OSTENDORP ET AL., 2003B). Speziell der letzte Aspekt muss bei der Frage der Regulierung des Bodensees genauer betrachtet werden, auch wenn keiner der Autoren der bisherigen Projektvorschläge diesen Punkt mit einbezogen hat.

6.3.2 Einfluss des Wasserstandes auf die Pfahlbauten

Im langfristigen Trend fallen die mittleren und niedrigsten Wasserstände am Bodensee, was zur Folge hat, dass die prähistorischen Relikte immer öfter nur noch von einer kleinen Schicht Wasser überdeckt sind oder ganz trockenfallen. Im Flachwasserbereich sind die Pfähle in größerem Maße dem Wellenschlag ausgesetzt, dadurch erfahren sie eine höhere mechanische Belastung durch das Wasser und aufgewühltes Sediment. Die Erosionswirkung ist in diesem Fall weitaus größer als bei einer höheren Wasserüberdeckung (OSTENDORP ET AL., 2007). Fehlt jegliche Wasserüberdeckung, so fällt auch die Konservierung durch Luftabschluss weg, folglich werden die Bauten zusätzlich zum physikalischen Abrieb noch chemisch zersetzt. Das Landesamt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg hat in einer Studie zum Langzeitverhalten der Bodenseewasserstände auch die Auswirkung auf die historischen Pfahlbauten untersucht; bezogen auf die Wasserstandsreihe des Pegels Konstanz von 1910 bis 2007. Alle Siedlungsareale, welche unter einer Höhenkote von 394,20 m + NN liegen, bleiben immer unter Wasser (LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN WÜRTTEMBERG, 2011). Areale, die teilweise in den Wintermonaten frei liegen, sind in **Tabelle 6-1** aufgelistet.

Tabelle 6-1 Archäologische Siedlungsareale, die bei Niedrigwasser am Bodensee frei fallen
(LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG, 2011)

Freifallen von archäologischen Siedlungsarealen aus dem Neolithikum/Bronzezeit bei Niedrigwasser am Bodensee/Obersee					
Wasserstands-Kennwerte (1910-2007) am Pegel Konstanz / Bodensee ¹⁾		NNW = 229 cm a. P. (394,18 m+NN)	MNW = 265 cm a. P. (394,54 m+NN)	MW = 340 cm a. P. (394,19 m+NN)	
archäologische Siedlungsareale in Flachwasserzone		Flächen-Höhen: WS [cm] am P. Konstanz/B. und [m+NN]			
		Flächen-Obergrenze		Flächen-Untergrenze	
1	Unteruhldingen/Stollenwiese				
1 a	Neolithisches und spätbronzezeitliche Pfahlfelder	394,50 m+NN	261 cm a. P.	393,25 m+NN	136 cm a. P.
1 b	Frühbronzezeitliches Pfahlfeld	395,20 m+NN	331 cm a. P.	394,25 m+NN	236 cm a. P.
2	Obermaurach/Ziegelhütte				
2 a	Neolithisches Pfahlfeld	395,00 m+NN	311 cm a. P.	394,00 m+NN	211 cm a. P.
2 b	Kulturschichten (Reste)	394,50 m+NN 394,25 m+NN	261 cm a. P. 236 cm a. P.	394,25 m+NN 393,40 m+NN	236 cm a. P. 151 cm a. P.
3	Sipplingen/Osthafen				
	Neolithische Pfahlfelder / Kulturschichten	394,30 m+NN	241 cm a. P.	393,20 m+NN	131 cm a.P.
4	Bodman-Schachen (I / II)				
4 a	Schachen I ¹⁾ (vornehmlich Erosion) Kulturschicht/Pfahlfeld	394,00 m+NN	211 cm a. P.	<393,00 m+NN	<111 cm a. P.
4 b	Schachen II Neolithisches Pfahlfeld/ Kulturschicht	394,50 m+NN	261 cm a. P.	394,00 m+NN	211 cm a. P.
5	Litzelstetten/Krähenhorn Neolithische Pfahlfelder/ Kulturschichten	395,00 m+NN	311 cm a. P.	393,80 m+NN	291 cm a. P.
bei NW = 260 cm a. P. KN frei NW = 394,49 m+NN Die farblich nicht gekennzeichneten Höhen liegen ständig unter Wasser		Flächen, die bei schon aufgetretenen NW-Ereignissen an mehreren Tagen freigefallen sind, z. B. historisches NNW = 226 cm 17.02.1858 (394,15 m) NW= 229 cm 13.02.2006 (394,18m); NW = 236 cm 30.12.2005 (394,29 m); NW = 237 cm 12.03.1972 (394,26 m); NW=238 cm 10.03.1909 (394,27 m), NW = 238 cm 14.01.1949 (394,27 m); NW=238 cm 05.03.1963 (394,27 m)			
¹⁾ Flächen liegen ständig unter NW-Spiegel					

Die rot markierten Zahlen weisen darauf hin, dass diese Areale bereits einmal nicht unter Wasser standen. Die blau markierten Zahlen verdeutlichen, dass die Höhenkote des Areals unter dem statistischen NW-Wert am Pegel Konstanz liegen. Somit würde sich eine Erhöhung der niedrigsten Seestände durch eine Regulierung des Wasserspiegels positiv auf den Erhalt der archäologischen Siedlungsareale auswirken (Abgesehen von dieser Aussage im Hinblick auf die Folgen der Wasserstandsänderungen ist im Übrigen bei Ausführung von Erdarbeiten für eventuelle Regulierungsbauwerke im Bereich Konstanzer Trichter und Eschenzer Horn grundsätzlich ein gewisses Risiko der Beschädigung von noch nicht freigelegten Pfahlbauten und anderer steinzeitlicher Relikte gegeben. Entsprechend wären zur Vermeidung dieses Risikos sorgfältige Vorarbeiten notwendig.)

6.4 Tourismus

Die Bodenseeregion zählt zu den touristischen Zentren Europas. Mit dem wirtschaftlichen Aufschwung und der zunehmenden Mobilität stieg der Tourismus am Bodensee in den 1950/60er-Jahren stark an. Im Jahr 1970 wurden 5,5 Mio., 1978 bereits 6,25 Mio. Übernachtungen gezählt. In den Folgejahren war in allen Ländern und Kantonen eine weitere Zunahme zu verzeichnen (MÜRLE ET AL., 2004). Die Hochsaison des Tourismus liegt in den Sommermonaten, was sich besonders in den deutschen Regionen des Bodensees abzeichnet, auf die ca. 60 % der Übernachtungen entfallen (**Abbildung 6-4**).

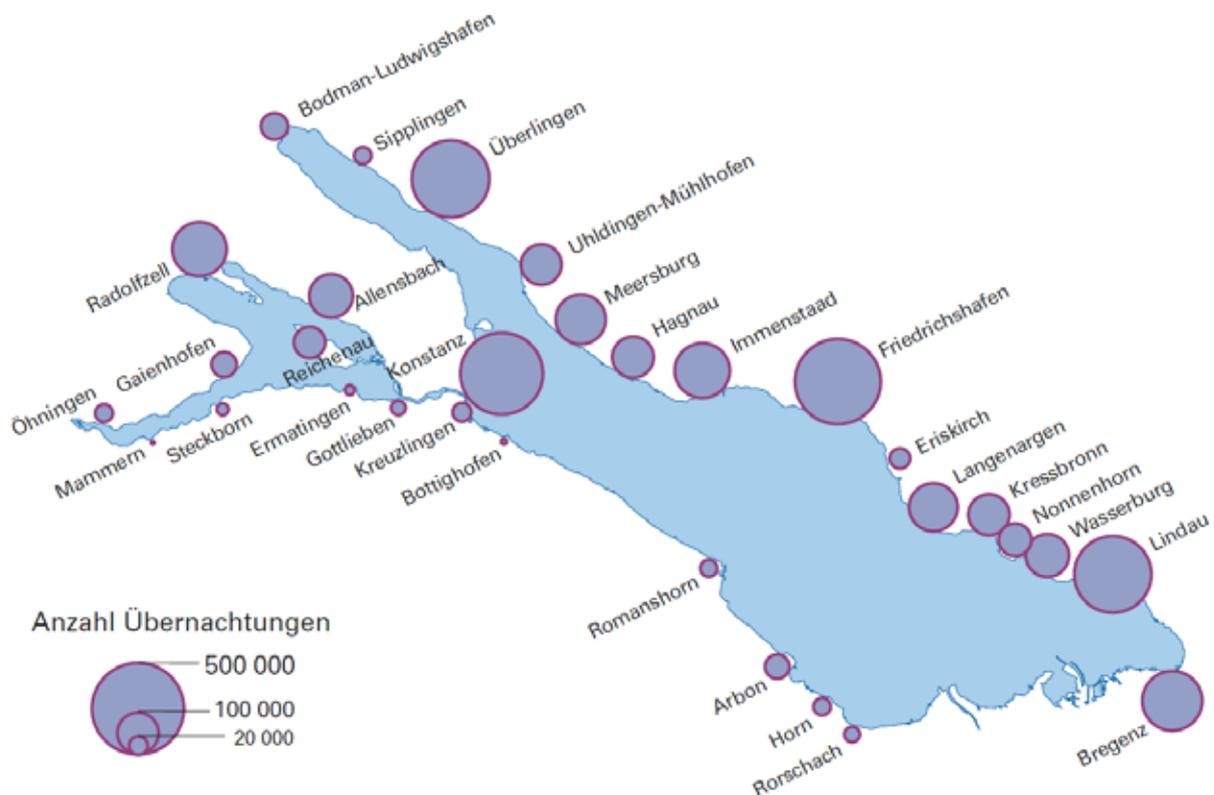


Abbildung 6-4 Anzahl der Übernachtungen in der Bodenseeregion, 1999 (MÜRLE ET AL., 2004)

Unterteilen lässt sich der Tourismus dabei in Tagesgäste und Übernachtungsgäste. Im Jahr 2012 wurden 17,6 Mio. Übernachtungen verzeichnet mit einem Umsatzvolumen von knapp 1,9 Mrd. Euro. Durch den Besuch von 70 Mio. Tagesgästen konnte ein zusätzliches Umsatzvolumen von insgesamt etwas über 1,9 Mrd. Euro erwirtschaftet werden. Insgesamt ergibt sich somit ein Gesamtbruttoumsatz für die Bodenseeregion von 3,8 Mrd. Euro (HARRER, O. J.).

In den Berichten und Studien zur Bodenseeregulierung wurde nirgendwo direkt auf den Tourismus Bezug genommen. In Sommer (1922) wurde beispielsweise die Personenschiffahrt auf dem Bodensee angesprochen und negative Auswirkungen zu hoher Wasserstände thematisiert. Man kann jedoch davon ausgehen, dass sommerliche Hochwasser am Bodensee, die eine Nutzung von Hafenanlagen, Liegewiesen, Wassersporteinrichtungen, etc. verhindern, sich nicht positiv auf den Tourismus in der jeweiligen Saison auswirken.

Anfragen zu den Auswirkungen von Hochwasserereignissen auf den Tourismus, z.B. an das Ministerium für ländlichen Raum und Verbraucherschutz in Baden-Württemberg, die Tourismus Marketing GmbH Baden-Württemberg, die Internationale Bodensee Tourismus GmbH, oder die Bodensee.de Tourismus Marketing GmbH CO. KG blieben unbeantwortet.

7 Soziale und politische Implikationen

7.1 Geschichte der internationalen Zusammenarbeit am Bodensee

7.1.1 Staatsverträge zwischen Österreich und der Schweiz und Internationale Rheinregulierung (IRR)

Erste Verhandlungen

Bereits in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts fanden erste Gespräche zwischen der Schweiz und Österreich-Ungarn statt, um einen hochwassersicheren Ausbau des Alpenrheins zu verhandeln. Aufgrund von Interessenskonflikten (Nutzung des Rheins für die Schifffahrt etc.) und Meinungsverschiedenheiten unter den Fachleuten konnte aber lange kein Einverständnis erreicht werden. Erst 1871, fast 50 Jahre nach den ersten Verhandlungen, wurde ein Vorab-Vertrag für die Durchführung des Fussacher und des Diepoldsauer Durchstichs unterschrieben. Den Anstoß zum Konsens gaben die verheerenden Überschwemmungen des Jahres 1868 (INTERNATIONALE RHEINREGULIERUNG, o. J.).

Zwischen der Schweiz und Österreich wurden im Hinblick auf die Regulierung des Rheins von der Illmündung bis zum Bodensee zwischenzeitlich drei Staatsverträge abgeschlossen.

Staatsvertrag von 1892

Der 1892 zwischen Österreich-Ungarn und der Schweiz abgeschlossene Staatsvertrag zur Rheinregulierung setzte den vielen Überschwemmungskatastrophen am Alpenrhein zwischen Sargans und dem Bodensee ein Ende, indem mit zwei Durchstichen der Flusslauf um rund zehn Kilometer verkürzt wurde, um das Gefälle und somit die Schubkraft des Wassers zu vergrößern und dadurch Geschiebeablagerungen zu vermeiden. Die genauen im Vertrag geregelten Maßnahmen umfassten folgende auszuführende Baumaßnahmen (SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT, 1892):

- Auf Kosten Österreichs und der Schweiz (je zur Hälfte):
 - Fussacher Durchstich
 - Regulierung der Flussstrecke zwischen dem Fussacher und dem Diepoldsauer Durchstich (Zwischenstrecke)
 - Diepoldsauer Durchstich
 - Regulierung der Flussstrecke zwischen dem Diepoldsauer Durchstich und der Illmündung (obere Strecke)
 - Herstellung der erforderlichen neuen Brücken, Straßen und Wege
 - Anpassung der bestehenden Brücken und Versetzungen der Dämme
- Auf Kosten der Schweiz:
 - Kanal zur Ableitung der Diepoldsauer Wässer in den Koblacher Binnenkanal
 - Endgestaltung des Alten Rheins
- Auf Kosten jedes Staates:
 - Ergänzung der Binnengewässerkorrektur auf ihrem Staatsgebiet
 - Geschieberückhalt in den Flussgerinnen und Quellgebieten der Zubringerflüsse

Die IRR ist die Struktur, unter welcher die beiden Staaten Österreich und Schweiz den Bau koordinierten und den Unterhalt heute noch regeln. Sie hat ihren Sitz in St. Margrethen und eine Bauleitung im österreichischen Lustenau.

Staatsvertrag von 1924

Zur Fortführung der Regulierungsarbeiten infolge der Unterbrechung durch den Ersten Weltkrieg und der zunehmenden Verlandung der Fussacher und Harder Bucht an der neuen Rheinmündung wurde 1924 zwischen der Schweizerischen Eidgenossenschaft und der Republik Österreich ein zweiter Staatsvertrag abgeschlossen. Dieser sah auch die Vorstreckung der Regulierungsbauwerke auf dem Schuttkegel des Rheins im Bodensee vor, um einer weiteren Verlandung der Fussacher, Harder und Bregenzer Bucht vorzubeugen sowie eine zurückschreitende Sohlenanhebung zu verhindern.

Auch hier wurde wieder genau geregelt welcher Staat welche Arbeiten durchzuführen hat und welche Kosten er zu entrichten hat (SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT, 1924).

Staatsvertrag von 1954

Über die Jahre entstandene Geschiebeablagerungen im Flusslauf führten zu der Erkenntnis, dass der Querschnitt des Mittelgerinnes zu groß gewählt worden war. 1954 wurde deshalb der dritte Staatsvertrag mit folgendem Inhalt abgeschlossen (SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT, 1954):

- Erhöhung des Mittelgerinnes des Rheins von der Illmündung bis zum Bodensee mit gleichzeitiger Einengung der Mittelrinne
- Erhöhung, Rücksetzung und Verstärkung der Hochwasserdämme, um eine Hochwassermenge von 3100 m³/s sicher abzuführen, des Weiteren Freimachung der Vorländer von Bewuchs, Bebauung und anderen künstlichen Abflusshindernissen
- Schaffung von nötigen Flutöffnungen für einen Abfluss von 3100 m³/s (inkl. Freibord) durch Abänderung oder Anpassung der bestehenden Brücken
- Vertiefen des rechtsseitigen Parallelgrabens des Diepoldsauer Durchstichs
- Erstellung eines rechtsseitigen Sickerkanals in der Zwischenstrecke von Wiesenrain bis zu seiner Einmündung in den Rheindorfer Kanal

Auch hier wurden wieder das genaue Bauprogramm und die Aufteilung der Kosten festgelegt. Das Hochwasserereignis von 1987 mit einer Wassermenge von 2.650 m³/s zeigte, dass sich die Maßnahmen bewährt hatten. Die Wassermassen konnten ohne Ausuferungen abgeführt werden.

7.1.2 Internationale Bevollmächtigtenkonferenz für die Bodenseefischerei (IBKF)

Nach mehrjährigen Verhandlungen um die Fischerei im Bodensee-Obersee und einem vorgelegten Vertragsentwurf war es am 5. Juli 1893 soweit: Die Bregenzer Übereinkunft betreffend die Anwendung gleichartiger Bestimmungen für die Fischerei im Bodensee wurde beschlossen. Als Geltungsbereich wurde der Bodensee-Obersee (einschließlich Überlinger See) bis zur Konstanzer Rheinbrücke festgelegt. Die vereinbarten Vorschriften betrafen sowohl Fanggeräte, Methoden und Maschenweiten, als auch Schonzeiten und Schonmaße. Die Idee der nachhaltigen Bewirtschaftung war ebenso enthalten wie der Artenschutz. Auch der Zusammenhang des Bodensees mit seinen Zuflüssen und mit anderen Gewässernutzungen wurde bereits damals erkannt und berücksichtigt, ebenso die Notwendigkeit der Fischereiaufsicht.

Die IBKF ist das höchste Gremium für die Angelegenheiten der Bodenseefischerei. Sie tagt in der Regel einmal jährlich. Die Beschlüsse über die Ausübung der Fischerei im Bodensee-Obersee müssen im Sinne der Gemeinsamkeit der Fischerei und Anwendung gleichlautender Bestimmungen einstimmig gefasst werden. Damit ist gewährleistet, dass die Interessen aller Vertragsstaaten bei jedem Beschluss gewahrt bleiben. Die Beschlüsse der IBKF müssen jeweils in nationales Recht umgesetzt werden. Die Beschlüsse der IBKF hinsichtlich der Ausübung der Fischerei liegen in einer Beschlussammlung thematisch zusammengefasst vor, ebenso die Grundsätze der fischereilichen Bewirtschaftung des Bodensees. Die Arbeitsweise der IBKF ist in der an die heutigen Erfordernisse angepassten Geschäftsordnung geregelt, eigene Regelungen bestehen zudem bezüglich der Fischereiaufsicht. Zur Vorbereitung von Sachgeschäften, insbesondere zur Bearbeitung fischereifachlicher Fragen, haben die Bevollmächtigten einen ständigen Sachverständigenausschuss eingesetzt, in dem Fischereifachleute aller Vertragsstaaten vertreten sind. Für spezielle Fragenbereiche werden auch Arbeitsgruppen eingerichtet (z.B. Arbeitsgruppe Wanderfische). Der unmittelbare Bezug zur Praxis wird durch Einbeziehung der Erfahrungen der Fischereiaufseher sichergestellt (INTERNATIONALE BEVOLLMÄCHTIGTENKONFERENZ FÜR DIE BODENSEEFISCHEREI, O. J.).

7.1.3 Internationale Bodenseekonferenz (IBK)

Die IBK ist ein kooperativer Zusammenschluss der an den Bodensee angrenzenden und mit ihm verbundenen deutschen Bundesländer Baden-Württemberg und Bayern, der Schweizer Kantone Schaffhausen, Zürich, Thurgau, St. Gallen, Appenzell Ausserrhoden und Appenzell Innerrhoden, des Fürstentum Liechtensteins und des österreichischen Bundeslandes Vorarlberg. Da für den Bodensee nur zum Teil Grenzverträge zur Aufteilung der Seefläche bestehen und für den gesamten Obersee mit Ausnahme der Flächen im Bereich Überlingen-Konstanz-Kreuzlingen keine Grenzen zwischen den Anrainerstaaten festgelegt wurden, resultiert dies in Schwierigkeiten bei der Umsetzung von Planungsideen.

Die IBK hat sich zum Ziel gesetzt, durch politische Abstimmung und gemeinsame Projekte, diese rechtlichen Unsicherheiten zu überwinden. Die Bodenseeregion soll als attraktiver Lebens-, Natur-, Kultur- und Wirtschaftsraum erhalten bleiben und die regionale Zusammengehörigkeit gestärkt werden.

Die erste Zusammenkunft der IBK fand am 14. Januar 1972 statt. Die politische Notwendigkeit, sich in Umwelt- und Gewässerschutzfragen grenzübergreifend abzustimmen, bildete vor 40 Jahren den Ausgangspunkt für die Kooperation der Bodenseeanrainerländer und -kantone. Wichtig für die Vertiefung und Institutionalisierung der Kooperation war auch die Verabschiedung eines Statuts und eines Leitbilds auf der Regierungschefkonferenz 1994 in Meersburg. Außerdem wurde in Konstanz das REGIO-Büro als Informations- und Beratungsstelle für grenzüberschreitende Fragen eingerichtet mit dem Ziel, die Zusammenarbeit zu intensivieren und das gemeinschaftliche Bewusstsein in der Bodenseeregion zu stärken. Darüber hinaus wurde 2010 für grenzüberschreitende Begegnungsprojekte von Gruppen, Schulen und ähnlichen Einrichtungen der IBK-Kleinprojektfonds gegründet (INTERNATIONALE BODENSEEKONFERENZ, 2008).

7.1.4 Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IGKB)

Die Gründung und konstituierende Sitzung der IGKB erfolgte im November 1959 in St. Gallen mit dem Ziel, dass sich die Anliegerstaaten in gemeinsamen und koordinierten

Anstrengungen für die Reinhaltung des Bodensees einsetzen. Das Übereinkommen über den Schutz des Bodensees gegen Verunreinigungen wurde am 27. Oktober 1960 in Steckborn beschlossen. Am 10. November 1961 trat das Übereinkommen in Kraft. Die wichtigsten Aufgaben sind die Überwachung des Bodenseezustandes, die Feststellung von Belastungsursachen, die Schadensabwehr, Empfehlungen von koordinierenden Abhilfemaßnahmen, allgemeine Empfehlungen an die Mitgliedsstaaten.

Die Mitglieder der IGKB sind:

- Land Baden-Württemberg mit dem größten Uferanteil
- Freistaat Bayern als zweites deutsches Bundesland
- Republik Österreich mit dem Bundesland Vorarlberg
- Schweizerische Eidgenossenschaft mit den Kantonen Thurgau und St. Gallen
- Fürstentum Liechtenstein mit einem Vertreter für die Kommission

7.2 Beteiligte Behörden

Die Regulierung des Bodensees würde eine grenzüberschreitende Zusammenarbeit verschiedener behördlicher Einrichtungen erfordern.

Auf der schweizerischen Seite regelt das Bundesamt für Umwelt (BAFU) (in welches das ehemalige Eidgenössische Amt für Wasserwirtschaft eingegliedert wurde) sämtliche Fragen auf Bundesebene hinsichtlich potentieller Eingriffe in die Natur und den Wasserhaushalt. Die Regierungsräte und Ämter für Umwelt der Kantone Thurgau und St. Gallen waren als Bodenseeanrainer Kantone mit involviert. Außerdem sind die Departements Verkehrs- und Energiewirtschaft, Politisches Departement und das Departement des Innern während der Planungen zur Bodenseeregulierung über den Stand der Dinge zu informieren und um Stellungnahmen zu ersuchen.

Im Falle einer Regulierung sind in Deutschland das Wasserwirtschaftsamt Kempten, das Bayerische Landesamt für Umwelt und die Bayerische Staatsregierung auf Bayerischer Seite und in Baden-Württemberg die Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW), die Regierung von Baden-Württemberg, sowie die Regierungspräsidien Freiburg, Stuttgart und Tübingen einzubinden.

In Österreich wäre daran das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Sektion Wasser, und die Landesregierung Vorarlberg beteiligt.

7.3 Mediale Darstellung der Projektvorschläge

Das Thema der Bodenseeregulierung war keineswegs ein Thema, welches ausschließlich unter den Behörden und Fachleuten diskutiert wurde. Auch in den Zeitungen wurde dieses Thema immer wieder aufgegriffen und so der breiten Bevölkerung zugänglich gemacht.

Ende der 1960er Jahre wurde die Thematik der Bodenseeregulierung in Anbetracht eines Hochwassers von 1965 in einigen Zeitungsartikeln (NEUE ZÜRCHER ZEITUNG, 1965; N.A., 09.09.1966) wieder aufgegriffen und die vorangegangenen Projektideen in einfacher Weise beschrieben. Es wurde darin beispielsweise erklärt, inwieweit eine künstliche Regulierung des Abflusses durch ein Wehr bei Hemishofen die Hochwasserproblematik am Bodensee entschärfen könnte. Explizit wurde darauf aufmerksam gemacht, dass der Wasserstand im Hochwasserfall um ca. 80 cm gesenkt werden kann. Auch wurde der Leser bereits darüber informiert, dass sich seit den letzten größeren Projektvorschlägen in den 1920er Jahren die

Hochwassersituation aufgrund des Speicherbaus im Einzugsgebiet des Alpenrheins bereits verbessert hat.

Im Jahr 1971 wurde vermehrt über die Kundgebungen in Schaffhausen und im Kanton Thurgau berichtet, welche sich gegen eine Regulierung aussprachen. Diese Artikel (THURGAUER ZEITUNG, 1971; THURGAUER TAGEBLATT, 1971; RHEINKOMITEE, 1971) verdeutlichten die starke Abneigung der Bevölkerung gegenüber einer Regulierung. Dies zeigte sich z.B. durch eine Meinungsumfrage in sieben, zum Teil stark hochwassergefährdeten Seegemeinden, die sich eindeutig gegen das Vorhaben ausgesprochen haben.

Auch nachdem eine Regulierung per Verfassungsbeschluss für die Zukunft ausgeschlossen wurde (siehe Kapitel 7.4), ist immer wieder in den Zeitungen davon berichtet worden. Beispielsweise beschwerte sich Heinrich Bertschinger, Oberingenieur und Rheinbauleiter der internationalen Rheinregulierung in der Neuen Zürcher Zeitung (BERTSCHINGER, 13.01.1974) darüber, dass bei der Abstimmung zu viele Emotionen und Polemik beteiligt war und die ganze Auseinandersetzung mit der Thematik nicht auf der Grundlage einer sachlichen Diskussion geführt worden sei.

7.4 Spezialfall: Kanton Thurgau

In der Bevölkerung des Kantons Thurgau waren die neueren Projekte der Siebzigerjahre heftig umstritten. Sie wurden von der Bevölkerung vor allem abgelehnt, da ihre Realisierung als ein zu großer Eingriff, verbunden mit einer Schädigung des Landschaftsbildes und der Natur, empfunden wurde. Um zu verhindern, dass das Thurgauer Volk vor vollendete Tatsachen gestellt wurde und eine künstliche Regulierung des Bodensees in Kauf nehmen musste, hat sich 1971 ein Initiativkomitee in Thurgau gebildet, welches sich zum Ziel machte, der Verfassung des Kantons Thurgau in §24 folgende Erweiterung beizufügen (HUI, 1973):

„Der Staat setzt sich für die Erhaltung der natürlichen See- und Flusslandschaft am Bodensee, Untersee und Rhein ein. Er wendet sich deshalb gegen alle Maßnahmen, welche die natürlichen Verhältnisse und Gleichgewichte beeinträchtigen, insbesondere gegen die künstliche Abflussregulierung, die Hochrheinschifffahrt und die Ableitung in andere hydrologische Einzugsgebiete, soweit sie nicht der Trinkwasserversorgung dient.“

Die Möglichkeit, diese Initiative mit seiner Unterschrift zu unterstützen, war in Thurgau in vielen Einrichtungen des öffentlichen Lebens gegeben, beispielsweise in Ämtern, Schulen, Vereinshäusern oder Apotheken. Außerdem wurden 1972 und 1973 Sonderdrucke der Zeitschrift *Natur und Mensch* veröffentlicht, in welchem auf über 30 Seiten Fachbeiträge zu den negativen Folgen der Regulierung zu lesen waren. Betrachtet wurden hier vor allem die Auswirkungen auf Natur und Landschaft.

Am 26. August 1973 folgte schließlich der Volksentscheid, mit welchem das Volk des Kantons Thurgau seine Regierung beauftragte, einen Artikel in die Verfassung mitaufzunehmen. Im Paragraph § 76 zu Umwelt, Natur und Heimatschutz der Verfassung steht nun unter Absatz 3 (KANTON THURGAU, 2014):

„¹Kanton und Gemeinden schützen den Menschen und seine natürliche Umwelt vor schädlichen oder lästigen Einwirkungen.“

²*Sie setzen sich für die Erhaltung von Ortsbildern sowie der Eigenart der Landschaft ein.*

³*Sie wenden sich gegen Maßnahmen, welche die natürlichen Verhältnisse und Gleichgewichte der See- und Flusslandschaft am Bodensee, Untersee und Rhein beeinträchtigen.“*

Insofern ist es laut rechtskräftiger Verfassung des Kantons Thurgau nicht gestattet, den Bodenseeausfluss künstlich zu regulieren oder sein Abflussregime in irgendeiner Weise zu verändern.

Laut Vischer (01.04.2014) ist die Regulierung des Bodensees jedoch keine alleinige kantonale Angelegenheit, sondern eine Verbundaufgabe zwischen dem Bund und den Kantonen.

Da es sich beim Bodensee um ein internationales und interkantonales Gewässer handelt und kein Staatsvertrag existiert, sind zwar grundsätzlich die Kantone zuständig, wobei diese bei interkantonalen Gewässern ihre Maßnahmen koordinieren und sich über die Aufteilung der Kosten verständigen müssen (Art. 5 Abs. 1 des Bundesgesetzes über den Wasserbau). Können sich die Kantone jedoch über die erforderlichen Maßnahmen oder über die Aufteilung der Kosten nicht einigen, so entscheidet der Bundesrat (Art. 5 Abs. 2 des Bundesgesetzes über den Wasserbau).

Abbildung B - 4 und **Abbildung B - 5** im Anhang zeigen den Stimmzettel für den Volksentscheid.

8 Realisierungspotenzial

Die Literaturstudie zeigt das Regulierungspotenzial des Bodensees in wasserbaulicher Hinsicht. Allerdings würde die Erarbeitung eines Regulierungsreglements, das neben Anliegen des Hoch- und Niedrigwassermanagements auch die Belange der Ökologie, der Wasserwirtschaft und der verschiedenen anderen betroffenen Stakeholder (z.B. Wasserkraftwerke, Schifffahrt, Landwirtschaft, Fischerei, Tourismus) berücksichtigen muss, voraussichtlich als konfliktreich, sehr schwierig und äußerst zeitintensiv erweisen. Dies umso mehr, als ein Kompromiss zwischen Seeanrainern und Unterliegern, d.h. zwischen drei Staaten (D, CH, A) und mehreren Bundesländern (BW, BY, Vorarlberg) und Kantonen (TG, SG, SH, ZH, BL, BS) gefunden werden muss. Erfahrungen aus der Schweiz zeigen, dass nur schon für eine Anpassung bereits bestehender Regulierungen am Vierwaldstättersee, am Thunersee, am Langensee und der Juragewässerkorrektur JGK jahrelange schwierige Diskussionen und Verhandlungen geführt werden mussten.

Die in der Literaturstudie vorgestellten Projekte und Reglements stammen aus der Zeit vor 1975. Viele der damals getroffenen Annahmen sind somit nicht aktuell. Eine Abschätzung des Nutzens bzw. der Auswirkungen einer Regulierung unter Einbezug der Hydrologie des ganzen Rheineinzugsgebiets bis Basel wäre deshalb notwendig. Zu berücksichtigen ist dabei auch, dass der Bodensee im heutigen Zustand bereits eine weitreichende hydrologische Wirkung zeigt und generell ausgleichend auf das Abflussregime des Hochrheins wirkt (z.B. Hochwasserspitzen des Alpenrheins stark dämpft und Niedrigwasser erhöht).

Ein weiterer Punkt ist, dass die angesprochenen und entgegengesetzten Interessen im Rahmen einer Regulierung nicht gleichzeitig und vollständig berücksichtigt werden könnten bzw. erfüllbar sind. So verlangt z.B. die Reduktion der Hochwasser im See eine andere Regulierung als eine Reduktion der Hochwasser am Hochrhein.

Vorstehende Gesichtspunkte sind mit ein Grund dafür, dass zwar seit über 100 Jahren über eine Regulierung gesprochen wird, diese aber im Gegensatz zu praktisch allen anderen großen Alpenrandseen nie realisiert wurde. Auch in neuerer Zeit gab es mehrere große Hochwasser am Bodensee und Hochrhein (z.B. 1999, 2005) und extreme Niedrigwasserjahre (z.B. 2003, 2011). Im Anschluss an diese Ereignisse wurde in Politik und Verwaltung immer wieder die Frage einer Regulierung angesprochen und wieder verworfen, da dem möglichen Nutzen hohe Kosten gegenüberstehen und insbesondere die ökologischen Auswirkungen als kritisch eingeschätzt wurden.

Heute ist es eine gesetzliche Vorgabe, dass bei (Bau-)Projekten neben den sozialen und wirtschaftlichen Dimensionen auch jene der Ökologie berücksichtigt werden müssen. Die ökologischen Fragen sind im Fall einer Bodenseeregulierung von zentraler Bedeutung. So haben schon die Studien von JAAG (1966), KNOLL et al. (1969) und HENNE et al. (1977) gezeigt, dass die Schädigung der Umwelt durch eine Regulierung gravierend und nicht verantwortbar wäre. Diese Einschätzung hat auch heute noch Bestand, besonders im Hinblick auf die inzwischen verschärfte Umweltschutzgesetzgebung.

Auch die wirtschaftlichen Gegebenheiten (z.B. Wasserkraftnutzung, Schifffahrt, Schadenspotenzial) haben sich seit den 70er Jahren stark geändert. Zur Abschätzung der wirtschaftlichen Auswirkungen einer Regulierung müssten deshalb aktuelle Beurteilungsgrundlagen erarbeitet werden.

Ebenfalls verändert hat sich die rechtliche Situation (z.B. neues Wasserbaugesetz in der Schweiz von 1991, Verfassungsänderung zur Bodenseeregulierung im Kanton Thurgau). Abgesehen von solchen neuen einzelstaatsbezogenen Rahmenbedingungen müssten auch

die seit 2000 geltende europäische Wasserrahmenrichtlinie (<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32000L0060&from=DE>) sowie die 2007 veröffentlichte EU-Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie (http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Binnengewassser/richtlinie_management_hochwasserrisiken.pdf) in eine aktualisierte Beurteilung einfließen.

Heutzutage ist vor allem der gegenwärtig bestehende gesellschaftliche Wertekanon (höherer Wert der Ökologie, Konzept der Nachhaltigkeit, partizipativer Prozess bei Wasserbauprojekten) dafür verantwortlich, dass z.B. in der Schweiz die Regulierung eines Sees ganz allgemein, im Speziellen auch die des Bodensees, von der Bevölkerung kritisch hinterfragt wird. Eine Regulierung des Bodensees in jedweder Form ist heute sowohl bei den Seeanrainern als auch bei den Unterliegern bis Basel kein prioritäres Thema. Das Realisierungspotenzial dafür ist sehr gering (Tabelle 8-1).

Tabelle 8-1 Synopse: Einschätzung des Realisierungspotenzials einer Bodenseeregulierung auf Basis der Literaturstudie.

Bereich	Realisierungspotenzial
Technische Machbarkeit (Wasserbau)	Realisierbar, aber die Erstellung des Reglement ist zeitintensiv und schwierig.
Hydrologische Auswirkungen	Zur Quantifizierung der hydrologischen Auswirkungen sind weiterführende Studien notwendig.
Ökologische Auswirkungen	Gravierende negative Auswirkungen auf die Ökologie. Kein Realisierungspotential
Ökonomische Auswirkungen	Zur Quantifizierung von Kosten-Nutzen und Abschätzung der Finanzierungsmöglichkeiten müssen aktuelle Beurteilungsgrundlagen erstellt werden.
Politische Machbarkeit	Unter heutigen politischen und gesetzlichen Rahmenbedingungen kaum realisierbar

9 Fazit und Bewertung

Die Frage der Bodenseeregulierung bewegt seit fast 150 Jahren die Bodenseeanwohner und die zuständigen Behörden. Zweifelsohne ist die Regulierung aus ingenieurtechnischer Sicht zu bewerkstelligen. Dies zeigt sich durch die Vielzahl an Projektvorschlägen, welche über die Jahre optimiert worden sind. Dabei stellen die letzten beiden Projekte 1972 und 1973 die am besten ausgearbeiteten und durchdachten Vorschläge dar. Die gezielte Abflussregulierung könnte ein Ansteigen des Seespiegels über die Schadensmarke von 397,14 m ü. M. am Obersee in den meisten Fällen verhindern.

Mittels einer Kosten-Nutzen-Analyse müsste evaluiert werden, ob sich die anfallenden Bau- und Betriebskosten der Reguliereinrichtung ausgleichen. Der Nutzen bestünde in der Reduktion der durch Hochwasser verursachten ökonomischen Schäden sowie in der Steigerung der Wirtschaftlichkeit der Rheinschifffahrt.

Neben der technischen Machbarkeit und dem ökonomischen Nutzungspotential sind die ökologischen sowie politischen Rahmenbedingungen zu berücksichtigen. Aus Sicht der Gewässer- und Landschaftsökologie stellt die Bodenseeregulierung nach den derzeitigen Planungsgrundlagen einen schweren ökologischen Eingriff dar. Die negativen Folgen auf die Umwelt und das Landschaftsbild sind auch den Bodenseeanwohnern bekannt und der Grund für die starke Ablehnung gegenüber einem Regulierbauwerk am Auslass des Bodensees.

Im Folgenden werden die einzelnen Aspekte für oder gegen eine Bodenseeregulierung zusammengefasst und bewertet.

- **Hydrologische Situation**

Durch die Regulierung der Bodenseezuflüsse im letzten Jahrhundert sowie durch Speicherbau und –betrieb im alpinen Bereich wurde ein ausgleichender Effekt auf den Jahresgang der Wasserstände erzielt (z.B. stiegen die mittleren monatlichen Abflüsse des Alpenrheins im Februar von 29 m³/s auf 66 m³/s; der mittlere Sommerabfluss im Juni fiel von 296 m³/s auf 228 m³/s (HUNZIKER & ZARN, 2012).). Im 20. Jahrhundert ist eine weitere signifikante Zunahme der Winterabflüsse sowie eine Abnahme der Sommerabflüsse in den Bodensee zu verzeichnen. Grund hierfür sind klimatisch bedingte Veränderungen im Niederschlagsregime und die Erhöhung der Schneefallgrenze durch Temperaturanstieg. Klimaprojektionen gehen davon aus, dass sich die Frühjahrs- und Sommerwasserstände auch zukünftig vermindern und gleichzeitig Niedrigwasserphasen wahrscheinlicher werden. Laut LUBW (2011) ist der tendenzielle mittlere Wasserstand im hydrologischen Sommerhalbjahr MW_{SoHj} am Pegel Konstanz in der Beobachtungsperiode 1887-2007 um 0,32 cm/a gefallen.

- **Projektvorschläge**

12 Projektvorschläge mit unterschiedlichem Detailgrad wurden zwischen 1879 und 1973 erstellt. Diese können unterteilt werden in Vorschläge,

- die aus reinen Korrekturmaßnahmen am Hochrhein bestehen, um die Abflussleistung zu verbessern und
- die neben flussbaulichen Korrekturmaßnahmen die Errichtung eines Wehrbauwerks zur aktiven Steuerung des Abflusses und des Wasserstandes (Erhöhung des Abflusses im Hochwasserfall, Aufstau des Sees im Niedrigwasserfall) vorsehen.

Allen ist gemeinsam, dass die zukünftige maximale Abflussleistung die natürliche nicht überschreiten darf, um die Hochrheinanlieger im Hochwasserfall nicht schlechter zu stellen (Schaffhauser Bedingung).

Aufbauend auf den vielfältigen Planungsvarianten der letzten 125 Jahren (siehe **Tabelle 9-1**) entwickelte die Bächtold AG (BÄCHTOLD & STÄDELMANN, 1971) in einem Vorprojekt einen Regulierungsvorschlag des Bodensees durch minimale technische Eingriffe (Öko-Variante). Durch Baggerung einer Rinne und Querschnittsverbreiterung im Rhein sollte ohne den Einbau eines Wehrs eine Absenkung der Hochwasserstände im Obersee um bis zu 50 cm erreicht werden, was sich vor allem positiv auf die mittleren Hochwasserstände ausgewirkt hätte. Zur Regulierung im Niedrigwasserfall war eine feste Grundschwelle mit Schlauchwehraufsatz beim Eschenzer Horn vorgesehen (direkt am Auslauf des Sees). Das Schlauchwehr hätte aus einem Schlauch aus imprägniertem, reißfestem Nylongewebe bestanden, der mit Wasser oder Luft hätte gefüllt werden können.

Tabelle 9-1 Übersicht über die Wehrtypen und Standorte

Projekt	Wehrtyp	Standort
Legler (1891)	Festes Wehr	Stein am Rhein
von Steiger (1902)	Festes Wehr	Eschenz
Sommer (1922)	Schützenwehr	Rheinklingen
Maier (1924)	Schützenwehr	Rheinklingen
Kobelt (1926)	Schützenwehr	Rheinklingen
Projekt 1953: Locher & Cie AG	Dachwehr	Hemishofen
Projekt 1967: Locher & Cie AG	Dachwehr	Hemishofen
Projekt 1972: Locher & Cie AG	Dachwehr	unterhalb Hemishofen
Projekt 1973: Bächtold AG	Schlauchwehr	Eschenz

- **Wirkungsanalyse der Maßnahmen**

Bodensee

Die grundsätzlichen Ziele einer Bodenseeregulierung bestehen darin, den Seespiegel bei Hochwasserereignissen langsamer und weniger hoch ansteigen zu lassen sowie im Niedrigwasserfall den Abfluss zu reduzieren, um den Wasserstand des Sees zu erhöhen. Nach und nach wurden mit den Projektvorschlägen verschiedene Reglementsentwürfe zur Stauhaltung am Bodensee ausgearbeitet, angepasst und verbessert. Das neueste Reglement von 1973 sieht folgende Zielvorgaben vor: Absenkung der höchsten Seestände unter die Schadensgrenze von 397,14 m ü. M. am Obersee und 396,85 m ü. M. am Untersee sowie Hebung der niedrigsten sommerlichen Seestände auf eine Kote von 396,00 m ü. M. am Obersee. Der Reglemententwurf vom Dezember 1973 besteht aus einem Linienreglement, welches den Abfluss aus dem Untersee für jeden Monat in Abhängigkeit des Oberseestandes eindeutig vorschreibt.

Bezüglich des Hochwasserschutzes erreichen alle Maßnahmen eine Senkung der höchsten Seestände (bezogen auf Referenzereignisse) im Bereich zw. 50 und 90 cm. Die Auswirkung des Reglements 1973 auf ausgewählte Hochwasser gibt **Tabelle 9-2** wieder.

Durch verminderte Hochwässer am Bodensee ist mit einem ökonomischen Nutzen zu rechnen, der aufgrund des unbekanntenen Schadenspotentials schwer zu quantifizieren ist. Daher wäre eine konkrete Kosten-Nutzen-Analyse sehr komplex und deshalb mit einem ausserordentlich grossen Aufwand verbunden.

Tabelle 9-2 Maximale Hochwasserstände im Falle einer Regulierung (EIDG. AMT F. WASSERWIRTSCHAFT, 1977)

Hochwasser	Obersee			Untersee		
	Unreguliert [m ü. M.]	Reguliert [m ü. M.]	Absenkung [cm]	Unreguliert [m ü. M.]	Reguliert [m ü. M.]	Absenkung [cm]
1890	397,80	397,29	51	397,55	396,94	61
1910	397,60	396,99	61	397,35	396,51	84
1926	397,57	396,95	62	397,34	396,46	88
1965	397,56	396,91	65	397,33	396,51	82

Das Reglement von 1973 sieht vor, die sommerlichen Niedrigwasserstände des Bodensees wesentlich zu erhöhen. Für den Untersee sind die Erhöhungen größer als für den Obersee. Für nachgerechnete Niedrigwasserjahre wäre es nicht immer möglich, den Obersee bis Mitte September über dem gewünschten Wasserstand von 396,00 m ü. M. zu halten. Für den touristisch wichtigen Sommermonat August, der oft durch stark fallende Wasserstände nach der Schneeschmelze charakterisiert ist, wurden neue Seestände berechnet. Sie betragen im Monatsmittel (**Tabelle 9-3**):

Tabelle 9-3 Monatsmittel des Niedrigwasserstandes im August (EIDG. AMT F. WASSERWIRTSCHAFT, 1977)

Jahr	Obersee			Untersee		
	Unreguliert [m ü. M.]	Reguliert [m ü. M.]	Anhebung [cm]	Unreguliert [m ü. M.]	Reguliert [m ü. M.]	Anhebung [cm]
1947	395,52	395,79	27	395,20	395,66	46
1949	395,10	395,56	46	394,81	395,51	70
1952	395,30	395,64	34	395,03	395,58	55
1964	395,35	395,74	39	395,08	395,66	58
1971	395,76	395,78	2	395,45	395,57	12

In den anfänglichen Projekten (bis Kobelt) wurde mit der Bodenseeregulierung auch die Schiffbarmachung des Hochrheins, und somit die Verbindung Bodensee – Nordsee thematisiert und als wirtschaftlicher Pluspunkt angeführt. Spätestens ab den 1960er Jahren war diese Idee nicht mehr realisierbar. Es fand eine Verlagerung vom Schiff auf

die Bahn statt, was den Ausbau unwirtschaftlich machte. Zudem formierte sich vermehrt gesellschaftlicher Widerstand, den naturbelassenen Hochrhein zu „verhandeln“.

Die Projekte bis einschließlich Kobelt zogen auch die Nutzung von Wasserkraft direkt am Wehr in Erwägung (Nettofallhöhen von 3 m bei Abflüssen bis zu 350 m³/s). In den nachfolgenden Projekten (ab 1953) wurde diese Möglichkeit jedoch außer Acht gelassen, da der Einbau der Turbinen und die Wartungs- und Instandhaltungskosten langfristig nicht rentabel gewesen wäre. Grund hierfür sind die hohen Abflussschwankungen im Jahresgang und die dadurch bedingte Beschränkung der Wasserkraftnutzung auf wenige Monate im Jahr.

Seeufer

Im Zuge der Projekte 1953 – 1973 wurden umfangreiche Studien rund um den Einfluss des Wehrs und der Regulierung auf Flora und Fauna im See und an den Ufern unternommen (JAAG, 1946 & 1966). Grundsätzlich wird der negative Einfluss aller Vorhaben auf die Ökologie als nicht verantwortbar eingestuft. Das Projekt 1972 (LOCHER & CIE AG) und das Projekt 1973 (Z) sind laut Expertenkommission die zu bevorzugenden Varianten, da sie am wenigsten Störungen durch den Wehrstandort verursachen würden (Dachwehr unterhalb Hemishofen bzw Schlauchwehr bei Eschenz). Weiterhin wird vermutet, dass sich negative Auswirkungen auf die Fischereiverhältnisse und andere aquatische Ökosysteme ergeben würden. Insbesondere die Uferbereiche seien gefährdet, da sowohl die Fauna (Flachwasserzonen als bevorzugte Laichplätze) als auch die Flora (Aufwuchs gefährdeter Schilffarten) einen natürlichen Wasserstand in bestimmten Monaten benötigen.

Eindeutige Verbesserungen würden sich für die wassernahe Infrastruktur ergeben, weil die Häfen länger befahren werden könnten (geringere Amplitude des Wasserstands). Positiv würde sich die Regulierung auch auf den sommerlichen Tourismus auswirken, da die Uferzonen relativ konstant bleiben würden. Der Konservierung der Pfahlbauten würde ebenfalls verbessert werden, da diese weniger lange oder gar nicht mehr trockenfallen würden.

Rhein

Außerhalb des unmittelbaren Bodenseebereichs befassten sich verschiedene Untersuchungen mit den potenziellen Effekten, die aus der Regulierung des Bodensees für den Abfluss des Rheins (Hoch-, Ober-, Mittel- und Niederrhein), insbesondere bei Extremsituationen, resultieren können. Dies geschah allerdings ohne konkreten Bezug auf bestimmte Planungsvarianten.

Beispielsweise analysierte der Internationale Technische Ausschuss (ITA) in einem Bericht zu Bodenseeregulierung und Rheinschifffahrt (STRACK & WYSS, 1970) die Auswirkungen einer Regulierung auf die Niedrigwassererhöhung am Mittelrhein analysiert. Daraus geht hervor, dass bestimmte Niedrigwassersituationen mit einer kontrollierten Zuschusswassergabe zwischen 1. Oktober und 31. Dezember eines jeden Jahres im Verlauf des Rheinstroms abgemildert werden können und die Transportkapazität der Rheinschifffahrt entsprechend erhöht würde.

Berechnungen im Zusammenhang mit dem Bericht der HOCHWASSERSTUDIENKOMMISSION FÜR DEN RHEIN (1978) zeigte die bei bestimmten Hochwasserkonstellationen potenziell günstigen Minderungseffekte auf den stromabwärts gerichteten Wellenablauf auf.

- **Soziale und Politische Implikationen**

Die internationalen Gespräche der Bodenseeanliegerstaaten über eine Bodenseeregulierung wurden bis in die siebziger Jahre fortgeführt. Der Diskussionsstand ist im Abschlussbericht der Hochwasser-Studienkommission für den Rhein von 1978 wiedergegeben (HOCHWASSER-STUDIENKOMMISSION FÜR DEN RHEIN (1978), S. 39):

„Die Nutzung der Alpenrandseen für die Hochwasserrückhaltung besteht durch die über den großen Seeflächen möglichen Retentionsvolumina.

Beim Bodensee mit einer Oberfläche von rund 540 km² würde jede zusätzliche Wasserspiegelanhebung um 1 cm ein Retentionsvolumen von rund 5 Mio. m³ ergeben. Indessen ist die dazu notwendige Regulierung des Bodensees nicht verwirklicht und erhebliche Widerstände stehen dieser Verwirklichung entgegen.

Vor allem bringt es die Eigenschaft des Bodensees als Zentrum des Fremdenverkehrs und der Erholung, seine Nutzung zur Trinkwasserversorgung – derzeit vor allem großer Teile Baden-Württembergs – sowie die großen Anstrengungen der Anrainerstaaten für die Reinhaltung des Sees mit sich, dass die Möglichkeit einer Regulierung nicht nach den technischen Gesichtspunkten, sondern nach der politischen Durchsetzbarkeit beurteilt werden muss. Dies umso mehr, als der Bodensee ein internationales Gewässer ist, an das drei Anrainerstaaten grenzen. Jede Maßnahme bedarf hier einer Abstimmung oft gegenläufiger Interessen. Die Schwierigkeiten lassen sich daran ersehen, dass seit über 100 Jahren die Regulierung des Bodensees immer wieder aufgegriffen worden ist, ohne dass sich bisher eine Verwirklichung abzeichnet. Seit der Wiederaufnahme internationaler Gespräche im Jahre 1966 haben sich die Widerstände eher verschärft. Die Bodenseeregulierung wird heute von weiten Kreisen abgelehnt. So haben beispielsweise die Stimmbürger des Kantons Thurgau im Jahre 1973 eine Verfassungsinitiative gutgeheißen, welche die thurgauische Regierung verpflichtet, sich unter anderem gegen eine Bodenseeregulierung zu wenden.

Bei der Festlegung eines entsprechenden Wehrreglements und der dazugehörigen Drosselungsvorschriften müssen vorrangig die Interessen der Bodenseeanlieger gewahrt werden.

Im Rahmen der jüngsten internationalen Gespräche wurde unter anderem untersucht, ob und gegebenenfalls welchen Beitrag eine Bodenseeregulierung zum Hochwasserschutz am Oberrhein leisten könnte. Am Beispiel einer Reihe ausgewählter Hochwasser ergab sich, dass bei Anwendung des erarbeiteten Reglementsentwurfs in den meisten Fällen ein Beitrag möglich wäre. Das ist nicht der Fall bei Sommerhochwassern, die auf hohe Wasserstände im See treffen. Für die am Oberrhein gefährlichen Winterhochwasser wäre die Auswirkung der Retention gering, weil im Winter die Seeausflüsse auch bei großen Hochwassern relativ klein sind. Zudem bedeutet die große Entfernung von der gegen Hochwasser zu schützenden Strecke eine Schwierigkeit für den zeitgerechten Einsatz.

Seitens Deutschlands, der Schweiz und Österreich ist eine Bodenseeregulierung nicht absehbar; sie stellt daher gegenwärtig keine realisierbare Hochwasserschutzmaßnahme dar.“

Insgesamt ist festzustellen, dass die dargestellten zahlreichen Planungsansätze bis heute nicht belegen konnten, dass eine Regulierung des Bodensees überwiegend Vorteile mit sich brächte, wenngleich positive Effekte für See und Rheinstrom insbesondere in hydrologischer, speziell wasserwirtschaftlicher Hinsicht plausibel scheinen. Im Gegensatz dazu stehen zu befürchtende negative Folgewirkungen insbesondere ökologischer und ökonomischer Art. Angesichts dieser Zweischnidigkeit und des bestehenden gesellschaftlichen Wertekanons gibt es auf absehbare Zeit keine Basis für die Einleitung von Planungen für eine Regulierung des Bodensees. Nichtsdestotrotz erscheint eine Dokumentation über das Bemühen mehrerer Generationen von Fachleuten um dieses Thema schon allein aus kultur- und technikhistorischen Gründen von bleibendem Interesse – sie liegt hiermit vor.

Literaturverzeichnis

- Bächtold (1973). *Bodensee: Regulierung des Seespiegels: Variante C*. Bächtold AG, Bern.
- Bächtold & Stadelmann (1971). *Bodenseeregulierung mittels Grundwehr und Schifffahrtsrinne: Bericht Ober die hydraulische Untersuchung des Vorprojektes*. Eidg. Amt f. Wasserwirtschaft, Zürich.
- Badisches Amt f. Finanzen (1951). *Bodenseeregulierung: Zwischenbericht vom August 1951*. Badisches Amt für Finanzen, Baudirektion, Abteilung Wasserstraßen, Freiburg.
- Badisches Tageblatt (1950). *Der Bodenseespiegel soll gesenkt werden*, Badisches Tageblatt. Ausgabe vom 17. Oktober 1950.
- BAFU (2014). *Hydrologische Grundlagen und Daten*. Bundesamt für Umwelt, Schweizerische Eidgenossenschaft, Bern.
URL: http://www.hydrodaten.admin.ch/de/2032.html#historische_daten, Abruf am: 16.07.2014.
- Barros, V.R.; Dokken, D. M. K. M. M. (2013). *Climate Change 2014: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Belz, J. U.; Brahmer, G.; Buiteveld, H.; Engel, H.; Grabher, R.; Hodel, H.; Krahe, P., Lammersen, R.; Larina, M.; Mendel, H.-G.; Meuser, A.; Müller, G.; Plonka, B.; Pfister, L. & Van Vuuren, W. (2007): *Das Abflussregime des Rheins und seiner Nebenflüsse im 20. Jahrhundert - Analyse, Veränderungen, Trends*. Schriftenreihe der KHR I-22, Koblenz und Lelystad.
URL: <http://www.chr-khr.org/files/RapportI-22.pdf>, Abruf am: 16.07.2014.
- Bertschinger, H. (1974). *Zur Diskussion um Rhein und Bodensee*, Neue Zürcher Zeitung, Zürich, Ausgabe vom 13. Januar 1974.
- Bossard, W. E. (1913). *Gutachten über die Regulierung des Bodensees*. Sekretariat der Schweizerischen Landeshydrographie, Bern.
- Brem, H. und Schlichtherle, H. (2000). *Nasse Denkmäler – Chancen und Probleme des Kulturgutes unter Wasser*, Kulturlandschaft Bodensee. Landesdenkmalamt Baden-Württemberg (10): 19–30.
- Bundesanstalt für Gewässerkunde (2016). *Extremereignisse Rhein: Hochwasser, Niedrigwasser*. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz. URL: <http://undine.bafg.de/servlet/is/13872/>, Abruf am: 22.06.2016.
- Bundesanstalt für Gewässerkunde (2013). *Auswirkungen des Klimawandels auf Wasserstraßen und Schifffahrt – Entwicklung von Anpassungsoptionen*; KLIWAS Kompakt. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz
- Bundesrat der Schweizerischen Eidgenossenschaft (1952). *Bodenseeregulierung: Geschäftsbericht des Bundesrates*.

- Eidg. Amt f. Wasserwirtschaft (1952). *Volkswirtschaftliche Beurteilung des Projektes für die Schiffbarmachung des Hochrheins*. Eidg. Amt f. Wasserwirtschaft, Bern.
- Eidg. Amt f. Wasserwirtschaft (1967). *Bodenseeregulierung: Grundsätzliche Bemerkungen: Projekt Locher Mai 1967*. Eidg. Amt f. Wasserwirtschaft, Bern.
- Eidg. Amt f. Wasserwirtschaft (1973). *Bodenseeregulierung: Bestimmungen zum 1. Reglementsentwurf vom Dezember 1973*. Eidg. Amt f. Wasserwirtschaft, Bern.
- Eidg. Amt f. Wasserwirtschaft (1974). *Bodenseeregulierung (BSR): Provisorischer Bericht: zum 1. Reglementsentwurf vom Dezember 1973*. Eidg. Amt f. Wasserwirtschaft, Bern.
- Eidg. Amt f. Wasserwirtschaft (1977). *Bodenseeregulierung: Projekt 1973: Bericht zum Regulierreglement*. Eidg. Amt f. Wasserwirtschaft, Bern
- Engelsing (2002). *Sprengt den Rheinfluss von Schaffhausen!*, *Die Zeit*, Hamburg, Ausgabe vom 8. August 2002. URL: http://www.zeit.de/2002/33/200233_a-industrieaefe_xml/komplettansicht, Abruf am: 16.07.2014.
- Felten, B. v. (19.02.2014). *Kraftwerk Schaffhausen*: Email am 19.02.2014.
- Gerber, F. (1899). *Die Tieferlegung der Hochwasserstände des Bodensee*. n.a., Bern.
- Görgen, K.; Beersma, J.; Brahmer, G.; Buiteveld, H.; Carambia, M.; Keizer, O.; Krahe, P.; Nilson, E.; Lammersen, R.; Perrin, Ch. & Volken, D. (2010). *Assessment of Climate Change Impacts on Discharge in the Rhine River Basin: Results of the RheinBlick2050 Project*, Schriftenreihe der KHR I-23, Koblenz und Leystadt.
- Gurtz, J., Lang, H., Luft, G., Strobel, F. Wagner, G. (1997). *Untersuchung der Wasserbilanz des Bodensees.*, Geographisches Institut ETH Zürich, Berichte und Skripten 61.
- Hager, A. (1970). *Thurgauische Volksinitiative: zur Erhaltung der natürlichen See- und Flußlandschaft am Bodensee und Rhein*, Volksentscheid.
- Harrer, B. (o. J.). *Wirtschaftsfaktor Tourismus Bodensee*.
URL: <http://www.dwif.de/news-events/news/item/wirtschaftsfaktor-tourismus-bodensee-2014.html>, Abruf am: 17.07.2014.
- Henne, W., Klötzli, F., Knoll, W. und Thalmann, E. (1977). *Bodenseeregulierung: Projekte Locher und Bächtold: Vergleich im Sinne des Schutzes von Landschaft und Natur*, Bern.
- Hieber, J. (2014). *Das Jahrhunderthochwasser am Bodensee*.
URL: <http://www.bodenseewetter.eu/pages/wetterzentrale/wetterereignisse/1999-gr.hochwasser.php>, Abruf am: 02.09.2014.
- Hochwasser-Vorhersage-Zentrale (2014). *Wasserstandskennwerte für den Bodensee-Obersee*.
URL: <http://www.bodensee-hochwasser.info/>, Abruf am: 20.05.2014.

- Hochwasserstudienkommission für den Rhein (1977): *Generelle Studie über denkbare Hochwasserschutzmaßnahmen*, Hochwasser-Studienkommission für den Rhein, n.a.
- Hochwasserstudienkommission für den Rhein (1978): *Schlussbericht. Teil I: Text*. (o.O).
- Honsell, M. (1879). *Der Bodensee und die Tieferlegung seiner Hochwasserstände: Eine hydrologische Studie*. Konrad Wittwer, Stuttgart.
- Hui, P. (1973). *Rhein-Bodensee: Regulierwehr Neckarstollen Hochrheinschiffahrt*. Natur und Mensch, Frauenfeld.
- Hunziker und Zarn (2012). *Alpenrhein: Quantitative Analyse von Schwall/Sunk-Ganglinien für unterschiedliche Anforderungsprofile: Arbeitspaket 1+ Hydrologie*. IRKA, Domat/Ems.
- IBKF (o. J.). Internationale Bevollmächtigtenkonferenz für die Bodenseefischerei.
URL: <http://www.ibkf.org/>, Abruf am: 17.07.2014.
- Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee (1993). *Limnologischer Zustand des Bodensees. Grundlagen. Jahresbericht der IGKB für den Bodensee Nr. 9, 2*. IGKB, Koblenz.
- Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee (2004). *Der Bodensee: Zustand – Fakten – Perspektiven*, 1. Auflage, IGKB, Koblenz
- Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (1999): *Wirkungsabschätzung von Wasserrückhalt im Einzugsgebiet des Rheins*. IKSR, Koblenz.
- Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (2009). *Analyse des Kenntnisstands zu den bisherigen Veränderungen des Klimas und zu den Auswirkungen der Klimaänderung auf den Wasserhaushalt im Rhein-Einzugsgebiet: Literaturlauswertung*, Vol. 174. IKSR, Koblenz.
- Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (2011). *Szenarienstudie für das Abflussregime des Rheins*, IKSR. Koblenz.
- Internationale Rheinregulierung (2013). *Hochwasserschutz*.
URL: <http://www.rheinregulierung.org/hochwasserschutz/>, Abruf am: 04.12.2013.
- Internationale Bodenseekonferenz IBK (2008). *Leitbild der Internationalen Bodensee Konferenz (IBK) für den Bodenseeraum*. IBK, Konstanz.
- Internationaler Technischer Ausschuss (1973). *Bodenseeregulierung Projekt 1973: Stellungnahme der Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee: Auswirkung einer Regulierung des Bodenseewasserstandes auf den limnologischen Zustand des Sees*. ITA, Bern.
- Internationaler Technischer Ausschuss (1975). *Bodenseeregulierung Projekt 1973: Stellungnahme zur Bodenseeregulierung aus der Sicht der Fischerei*, ITA, Bern.

- IRR (o. J.). Staatsvertrag. URL: <http://www.rheinregulierung.org/die-irr/organisation/staatsvertrag/>, Abruf am: 05.07.2014.
- Jaag, O. (1946). *Untersuchung zur Abklärung hydrobiologischer Fragen der Bodenseeregulierung*. Amt f. Umweltschutz und Wasserwirtschaft des Kanton Thurgau, Frauenfeld.
- Jaag, O. (1966). *Bodenseeregulierung: Abklärung hydrobiologischer Fragen: Ergänzungsbericht zum Gutachten vom September 1946*. ETH Zürich, Zürich.
- Kanton Thurgau (2014). Verfassung des Kantons Thurgau. URL: <http://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/19870035/index.html>, Abruf am: 24.09.2014.
- KHR (2015). Length of the Rhine (Update 2015). URL: http://www.chr-khr.org/en/news/lenght-rhine-update-2015?vnc=Wle5xxOtlghjCq2U0Fv111uNtG_odVqeQgWRI_6y-XA&vnp=5, Abruf am: 28.06.2016
- Knoll, W., Thalmann, E. und Henne, W. (1969). *Bodenseeregulierung: Gutachten der Naturschutzexperten: Über verschiedene Standorte des Regulierwehrs der Bodenseeregulierung*. Eidg. Amt f. Wasserwirtschaft, Bern.
- Kobelt, K. (1926). *Die Regulierung des Bodensees*, Vol. 20 von *Schweiz / Amt für Wasserwirtschaft: Mitteilungen des Amtes für Wasserwirtschaft*. Eidg. Amt f. Wasserwirtschaft, Bern.
- Konold, W. (2000). *Die Regulierung des Bodensees: eine alte Geschichte*. Der Bürger im Staat 50(2): 82 – 86.
- Land Vorarlberg (2013). *Bodenseemessstation Bregenz: Aktuelle Jahresganglinie und historische Extremwerte seit 1855*. URL: www.vorarlberg.at/seewasserstand/, Abruf am: 23.13.2013
- Landesamt für Denkmalpflege Baden-Württemberg (2014). *Unesco Welterbe Pfahlbauten*. URL: <http://www.unesco-weltkulturerbe-pfahlbauten.de/aktuelles.html>, Abruf am: 20.07.2014
- Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (2011). *Langzeitverhalten der Bodensee-Wasserstände: Auswertezeitspanne: 1888 bis 2007*, Stuttgart.
- Legler, G. H. (1891). *Die Abflussverhältnisse des Bodensees und Rheins von Stein bis Schaffhausen: mit Projecten zur Senkung der höchsten Wasserstände*, Glarus, k.a.
- Locher & Cie AG (1953). *Bodenseeregulierung: Projekt der Rheinkorrektion und des Regulierwehres: Technischer Bericht*. Eidg. Amt f. Wasserwirtschaft, Bern.

- Locher & Cie AG (1971). *Bodenseeregulierung: Projekt der Rheinkorrekturen und des Regulierwehrs*. Eidg. Amt f. Wasserwirtschaft, Bern.
- Locher & Cie AG (1972a). *Bodenseeregulierung: Alternativprojekt ohne Regulierwehr: Technischer Bericht*. Eidg. Amt f. Wasserwirtschaft, Bern.
- Locher & Cie AG. (1972b). *Bodenseeregulierung: Zusammenfassender Technischer Bericht zum Projekt der Rheinkorrekturen und des Regulierwehrs*. Eidg. Amt f. Wasserwirtschaft, Zürich.
- Locher & Cie AG (1972c). *Regulierwehr Hemishofen: Variante mit Stauklappen: Technischer Bericht*. Eidg. Amt f. Wasserwirtschaft, Bern.
- Luft, G. (1993). *Langfristige Veränderung der Bodensee-Wasserstände und mögliche Auswirkungen auf Erosion und Ufervegetation*. in: Seeuferzerstörung und Seeuferrenaturierung in Mitteleuropa. *Limnologie aktuell* 5: 61–75.
- Machauer (2014). Literaturrecherche zur Bodenseeregulierung: Email am 13.02.2014.
- Maier, C. und Maier, E. (1924). *Bodensee-Regulierung: Hochwasserschutz, Kraftnutzung und Schifffahrt*. Selbstverlag, Schaffhausen.
- Mathis, Clemens (2016). Amt der Vorarlberger Landesregierung, Bregenz
- Mürle, U., Ortlepp, J. und Rey, P. (2004). *Der Bodensee: Zustand – Fakten – Perspektiven*, Konstanz.
- Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband (1966). Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband: Hauptversammlung in Lausanne.
- Neue Zürcher Zeitung (1965). *Die Bodenseeregulierung in neuer Sicht*. Neue Zürcher Zeitung, Ausgabe vom 2. April 1965.
- Neue Zürcher Zeitung (1972). *Bodenseeregulierung und Hochrheinschifffahrt*. Neue Zürcher Zeitung, Ausgabe vom 7. Oktober 1972.
- Neue Zürcher Zeitung (1971a). *Die Regulierung des Bodensees*. Neue Zürcher Zeitung, Ausgabe vom 13. Januar 1971.
- Neue Zürcher Zeitung (1971b). *Zwischenstaatliche Gespräche über Bodenseeregulierung*. Neue Zürcher Zeitung, Ausgabe vom 29. November 1971.
- OcCC / ProClim (2007). *Klimaänderung und die Schweiz 2050: Erwartete Auswirkungen auf Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft*. Akademie der Naturwissenschaften, Bern.
- Oesterhaus, M. (1943). *Stand der Arbeiten für die Bodenseeregulierung*, Strom und See (3).

- Ostendorp, W. (1990a). *Die Ursachen des Röhrichtrückgangs am Bodensee-Untersee*. *Carolinea* 48: 85 – 102.
- Ostendorp, W. (1990b). *Strategien zur Untersuchung des Röhrichtrückgangs*. *Landschaftsentwicklung und Umweltforschung* 71: 18–48.
- Ostendorp, W. (1993). *Schilf als Lebensraum*, Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspf. Bad.-Württ. 68: 173–280.
- Ostendorp, W. (2011). *Klimawandel am Bodensee: Niedrigwasserstand im Mai 2011*, AGBU e.V. Aktuelles Thema, Vol. Aktuelles Thema. URL: www.bodensee-ufer.de
- Ostendorp, W. (2013). Abschlussarbeiten und Studien: Regulierung des Bodensees: Email am 26. November 2013.
- Ostendorp, W., Brem, H., Dienst, M., Jöhnk, K. D., Mainberger, M., Peintinger, M., Rey, P., Rossknecht, H., Schlichtherle, H., Straile, D. und Strang, I. (2007). *Auswirkungen des globalen Klimawandels auf den Bodensee*. Arbeitsgemeinschaft Seeufer, Konstanz.
- Ostendorp, W., Dienst, M. und Schmieder, K. (2004). Dynamik der Schilfröhrichte am Bodensee unter dem Einfluss von Wasserstandsvariationen, *Limnologica - Ecology and Management of Inland Waters* 34: 29–36.
- Ostendorp, W., Walz, N. und Brüggemann, R. (2003a). *Grenzüberschreitender Seeuferschutz im Spannungsfeld von Nutzungsinteressen am Beispiel Bodensee (Teil 1)*. *Umweltwissenschaften und Schadstoff-Forschung* 15(2): 125–134.
- Ostendorp, W., Walz, N. und Brüggemann, R. (2003b). *Problemfeld Seeufer am Beispiel Bodensee: Umsetzung der Uferschutz-Bestimmungen (Teil 2)*, *Umweltwissenschaften und Schadstoff-Forschung* 15(2): 187–198.
- Rheinkomitee (1971). *Initiative gegen Seeregulierung und Hochrheinschifffahrt*. Anzeiger am Rhein. Ausgabe vom 16. November 1971.
- Richter, K.-G., Schlaffer, S., Chomoev, E. und Hunger, M. (2009). *Untersuchung zur Auswirkung des Klimawandels auf das Abflussverhalten in Gewässern in NRW: Projektbericht im Auftrag des LANUV NRW, Karlsruhe*.
- Schlichtherle, H. (2010). Schlussbericht: Projekt Nr. 55 „*Erosion und Denkmalschutz am Bodensee und Zürichsee*“, Landesamt für Denkmalpflege, Gaienhofen-Hemmenhofen.
- Schmieder, K., Dienst, M. und Ostendorp, W. (2003). *Einfluss des Wasserstandsganges auf die Entwicklung der Uferföhrichte an ausgewählten Uferabschnitten des westlichen Bodensees in den vergangenen 40 Jahren*, *Schriften des Vereins für Geschichte des Bodensees und seiner Umgebung* 121: 143–165.
- Schneider, R. (2004). *Die Schiffbarmachung des Hochrheins - Eine Chronik*. *Natur und Mensch* (3).

Schweizerische Eidgenossenschaft (1954). *Staatsvertrag zwischen der Schweiz und Österreich-Ungarn über die Regulierung des Rheins von der Illmündung stromabwärts bis zur Ausmündung desselben in den Bodensee.*

Schweizerische Eidgenossenschaft (1924). *Staatsvertrag zwischen der Schweiz und Österreich-Ungarn über die Regulierung des Rheins von der Illmündung stromabwärts bis zur Ausmündung desselben in den Bodensee.*

Schweizerische Eidgenossenschaft (1892). *Staatsvertrag zwischen der Schweiz und Österreich-Ungarn über die Regulierung des Rheins von der Illmündung stromabwärts bis zur Ausmündung desselben in den Bodensee.*

Sommer, H. (1922). *Denkschrift über die Bodensee-Regulierung: im Auftrage des Nordostschweiz.* Verlag des Verbandes für Bodenseeschifffahrt, St. Gallen.

Statistisches Bundesamt (2012). *Verkehr: Güterverkehrsstatistik der Binnenschifffahrt: 2012.* Statistisches Bundesamt, Wiesbaden.

Steiner, R. (2005). *Der Ausbau des Hochrheins zur Schifffahrtsstraße: Die Geschichte eines gescheiterten Großprojekts.* Dissertation, Universität Mannheim, Mannheim.

Strack, H. und Wyss, F. (1970). *Bodenseeregulierung und Rheinschifffahrt: Kriterien bezüglich der Abgabe von Zuschusswasser aus dem Bodensee zugunsten der Rheinschifffahrt: Bericht an den Internationalen Technischen Ausschuss.* Eidg. Amt f. Wasserwirtschaft, Bern.

Te Linde, A. H., Aerts, J. und Kwadijk, J. (2010). *Effectiveness of flood management measures on peak discharges in the Rhine basin under climate change,* Journal of Flood Risk Management 3(4): 248–269.

Thurgauer Tageblatt (1971). *Bodenseeregulierung - ja oder nein.* Thurgauer Tageblatt, Ausgabe vom 19. November 1971.

Thurgauer Zeitung, (1971). *Eindeutige Kundgebung gegen die Seeregulierung.* Thurgauer Zeitung, Ausgabe vom 6. November 1971.

Verkehrs Rundschau (2014). *Rekord-Niedrigwasser am Bodensee.* URL: <http://www.verkehrsrundschau.de/rekord-niedrigwasser-am-bodensee-371862.html>, Abruf am: 20.07.2014.

Vischer, D. (01.04.2014). *Zur Regulierung des Bodensees:* Gespräch.

Vischer, D. (1989). *Ideen zur Bodenseeregulierung: Ziele, Altes und Neues,* Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik : VPK 87(1).

Vischer, D. (2001). *Verminderung der Hochwasserstände im Bodensee: und Anhebung der Niedrigwasserstände:* Bericht über die Möglichkeiten und Grenzen an das Bundesamt für Wasser und Geologie, Zürich.

Welt (1950). *Senkung des Bodenseespiegels? Sensationelles Projekt für die Schiffbarmachung des Hochrheins*. Die Welt, Ausgabe vom 27. Mai 1950.

Zweckverband Bodensee - Wasserversorgung (2011). *Geschäftsbericht*, Stuttgart. URL: www.zvbww.de, Abruf am: 20.07.2014

Anhang A. Experteninterviews

Interview mit Dr. Petrascheck

Armin Petrascheck ist heute freiberuflich in der Wasserwirtschaftsberatung tätig und war lange Zeit Sektionschef in der Gefahrenpräventionsabteilung des Bundesamts für Umwelt (BAFU).

Er ist der Meinung, dass politische Rahmenbedingungen bei der Frage nach der Realisierung einer Bodenseeregulierung die größte Rolle spielten. Das Hauptargument „pro“ Ausbaus sieht er im Hinblick auf den Hochwasserschutz für die Seeanrainer und die Stadt Basel, letzteres müsse aber durch weitere Studien im Detail geprüft werden. Auch könne eine Niedrigwasseraufhöhung Ökologie und Schifffahrt nützen und solle daher untersucht werden.

Dr. Petrascheck erläutert zu Beginn kurz die geschichtliche Entwicklung zur Frage der Bodenseeregulierung - welche auch in Kapitel 3 besprochen wird – und meint die Politik habe derzeit den größten Einfluss, wenn es um die Frage einer Regulierung geht. Für die Schifffahrt am Bodensee und Hochrhein sei die Regulierung momentan von keinem großen Interesse mehr. Er sieht den Nutzen hauptsächlich im Hochwasserschutz für die Stadt Basel, jedoch müsste hier vorab geprüft werden, z.B. in Form einer hydrologischen Studie, ob im Falle eines Sommerhochwassers im Bodensee überhaupt das nötige Retentionsvolumen zur Verfügung stehe, um den Hochwasserscheitel effizient zu kappen. Für ein Winterhochwasser müsse geprüft werden, ob die für die Dämpfung nötige Abflussreduktion im Normalfall überhaupt am Bodensee zur Verfügung stehe. Zudem müssten immer auch die Fließzeiten vom Bodensee bis nach Basel (3 bis 5 Tage) und der Einfluss der Aare miteinbezogen werden. Persönlich hegt er große Zweifel an einem Nutzen der Bodenseeregulierung, da Basel bereits sehr gut gegen Hochwasserereignisse geschützt ist und auch beim Hochwasserereignis im Jahr 2005 fast keinen Schaden genommen habe. Die Ausnahme bilden hier extreme Hochwasser, welche aber auch nicht durch eine Regulierung verhindert werden könnten. Nur in sehr speziellen Fällen könnte eine Regulierung Sinn machen, da primär auch die mehr wasserführende Aare für Überschwemmungen verantwortlich sei. Zudem bestehe noch Klärungsbedarf bei einigen Fragen: beispielsweise, ob sich die Regulierung und eine Niedrigwasseraufhöhung auf den Nutzen der Schifffahrt am Mittelrhein auswirken könnte und welche ökologischen Auswirkungen sie mit sich brächte.

Interview mit Prof. Vischer

Daniel Vischer ist emeritierter Professor der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW) an der ETH Zürich und hat sich während seiner Zeit als Lehrstuhlinhaber aktiv mit der Frage der Bodenseeregulierung befasst, unter anderem in: *Ideen zur Bodenseeregulierung: Ziele, Altes und Neues* (VISCHER, 1989) oder *Verminderung der Hochwasserstände im Bodensee* (VISCHER, 2001).

Trotz des Volksentscheids gegen das Projekt 1961 im Kanton Thurgau ist Prof. Vischer der Meinung, dass zumindest die notwendigen rechtlichen Rahmenbedingungen einer Regulierung gegeben wären. Er favorisiert persönlich eine Lösung mit Entlastungstollen vor, weist aber darauf hin, dass eine Übereinkunft für ein Reglement von deutscher und schweizerischer Seite schwierig wäre.

Das Gespräch mit Prof. Vischer an der ETH Zürich begann mit dem Thema der Hochrheinschifffahrt. Dieses Argument im Zusammenhang mit der Bodenseeregulierung stelle sich mittlerweile nicht mehr, da der Hochrhein weder für die Schweiz noch für Deutschland eine alternative Transportachse zu Schiene oder Straße wäre. Der Wunsch nach einer Hochrheinschifffahrt ging stark zurück mit dem Wechsel von Kohle zu Öl als Energieträger und dessen Transport durch Pipelines. Er spricht des Weiteren das Projekt 1961 (erläutert in Abschnitt 5.1.3) an, das zu starken Protesten gegen die Schiffbarmachung des Hochrheins führte. Prof. Vischer weist darauf hin, dass jedoch die Entscheidungsgewalt das Projekt abzulehnen eigentlich nicht beim Kanton Thurgau läge, sondern, dass der Bund hier das Sagen hätte, da es sich um ein internationales Gewässer handle. Außerdem richtete sich die Thurgauer Verfassungsinitiative allein gegen die Hochrheinschifffahrt, nicht aber gegen die Errichtung einer Wehranlage. Insofern würden aus seiner Sicht die rechtlichen Rahmenbedingungen einer Bodenseeregulierung nicht im Wege stehen.

Als Alternativvorschläge für die Regulierung verweist Vischer auch auf zwei Möglichkeiten, die er in einem Gutachten (VISCHER, 2001) näher erläutert hat. Hierbei geht es um Stollen, die als Überlaufsicherung des Rheins dienen sollen. Zum Nutzen der Regulierung meint er, dass die Fernwirkung nur etwa bis Mannheim spürbar sei, jedoch die Schifffahrtsdauer erhöht werden könnte. Auch die Rheinkraftwerke würden davon profitieren. Schwieriger wäre es, ein geeignetes Wehrreglement zu finden, welches sowohl von deutscher als auch von schweizerischer Seite beschlossen werden müsste, ein Prozess, der wohl länger dauern würde, als der Bau und die Genehmigung des Wehres. Im Großen und Ganzen steht Prof. Vischer der Regulierung positiv gegenüber, sieht aber die Möglichkeiten einer tatsächlichen Realisierung dieses Vorhabens als beschränkt.

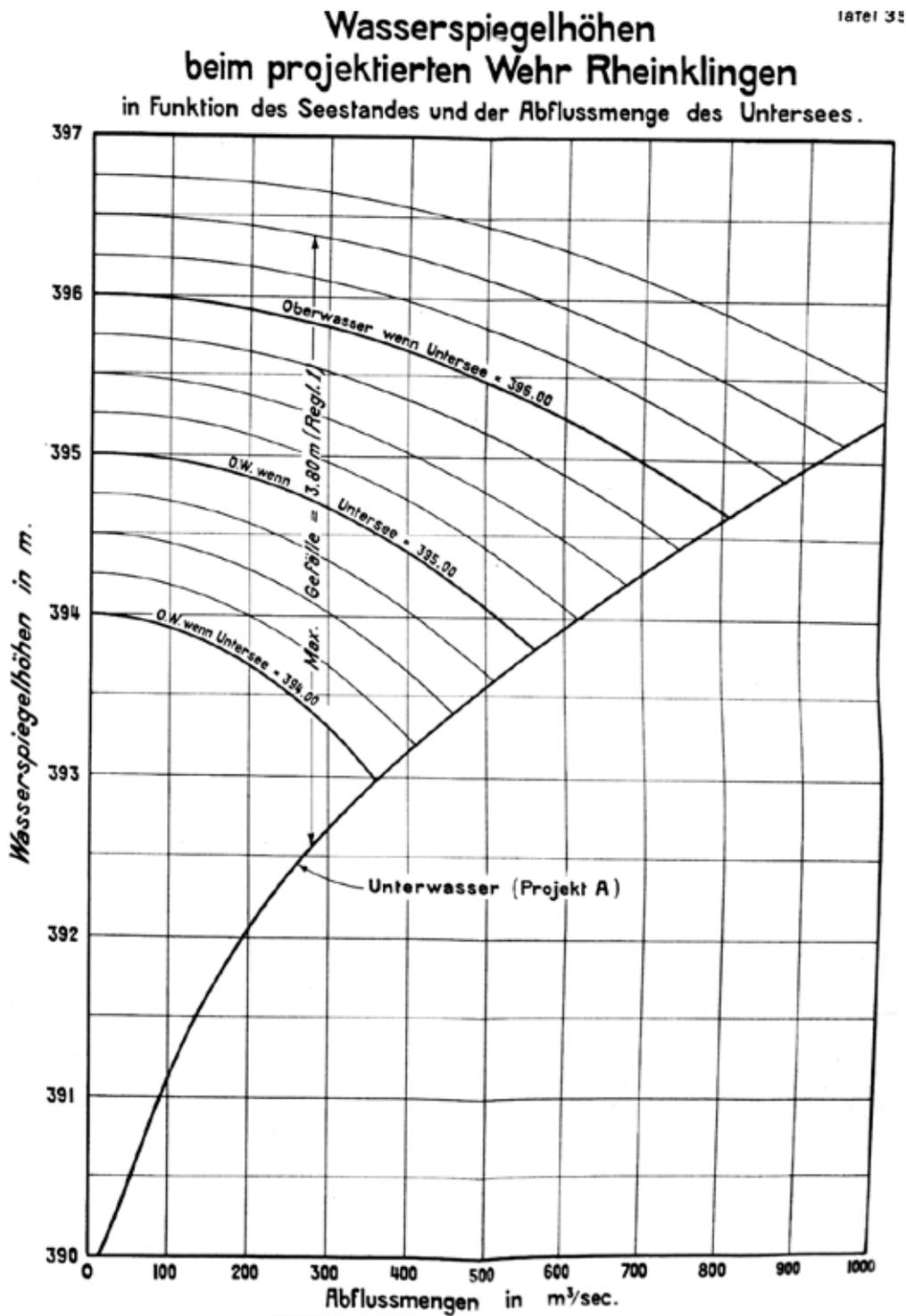


Abbildung B - 1 Nettogefälle am Wehr Rheinklingen als Funktion des Unterseestandes und der Abflussmenge (KOBELT, 1926)

Mögliche Energieproduktion des Kraftwerkes beim projektierten Wehr Rheinklingen 1904 - 1923



Abbildung B - 2 Saisonale Schwankungen bei der mögliche Energieproduktion des Kraftwerkes Rheinklingen (KOBELT, 1926)

8500 Frauenfeld

Talackerstraße 34

Alois Hager

Herrn

Zur
Briefbox
frankieren

Munizipalgemeinde

Thurgauische Volksinitiative

zur Erhaltung der natürlichen See- und Flußlandschaft am Bodensee und Rhein

Die unterzeichneten stimmberechtigten Einwohner des Kantons Thurgau stellen hiermit, gestützt auf die Paragraphen 3 und 59 der Verfassung des eidgenössischen Standes Thurgau und gemäß Gesetz über Wahlen und Abstimmungen vom 10. Januar 1953, folgendes Begehren:

Art. 1

Die Verfassung des eidgenössischen Standes Thurgau vom 28. 2. 1869 wird wie folgt ergänzt:
§ 27, Absatz 3:

Der Staat setzt sich für die Erhaltung des natürlichen Abflusses des Obersees, des Untersees und des Rheines und den Schutz der natürlichen Ufer und eines Uferstreifens in angemessener Tiefe ein. Er wendet sich gegen jede künstliche Regulierung des Wasserstandes, gegen die Hochrheinschiffahrt und gegen die Ableitung von Wasser in andere Fluß-Systeme, sofern es sich nicht um die Versorgung der Bevölkerung mit Trinkwasser handelt.

Art. II

§ 27, Abs. 3 tritt nach Annahme durch das Volk und der Gewährleistung durch Nationalrat und Ständerat sofort in Kraft.

Art. III

Das Initiativkomitee, bestehend aus den folgenden Personen ist ermächtigt, durch einstimmig gefaßten Beschluß die Initiative zugunsten eines Gegenvorschlages des Großen Rates zurückzuziehen:

M. Rutishauser, Stadtmann, Frauenfeld, Präsident / Alois Hager, Ingenieur und Stadtrat, Frauenfeld / H. Traber, Förster und Stadtrat, Frauenfeld / E. Trachsler, Schulpräsident und Stadtrat, Frauenfeld / Dr. P. Hui, Kantonsschullehrer, Frauenfeld / Werner Meier, Gemeindeammann, Felben / J. Scheuber, Gemeindeammann, Hefenhöfen.

Abbildung B - 4 Unterschriftenzettel für den Volksentscheid (HAGER, 1970)

Munizipalgemeinde

Nr.	Name und Vorname	Beruf	Weiler, Gehöft Straße, Hausnummer
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

Der Bürger, der das Begehren verwirklichen will, hat es eigenhändig zu unterzeichnen.

Wer eine andere Unterschrift als die seinige beisetzt, macht sich strafbar (Art. 282 des StGB).

Auf diesem Bogen dürfen nur Stimmberechtigte der am Kopf angegebenen Gemeinde unterzeichnen.

Stimmberechtigt und demgemäß auch unterschrittsberechtigt ist jeder Schweizer Bürger, der das 20. Altersjahr zurückgelegt hat und im übrigen nach der Gesetzgebung des Kantons Thurgau nicht vom Aktivbürgerrecht ausgeschlossen ist.

Die ausgefüllten Unterschriftenbogen sind ohne amtliche Beglaubigung an das Sekretariat des Initiativkomitees, Alois Hager, Talackerstraße 34, 8500 Frauenfeld, zu senden, wo auch weitere Unterschriftenbogen bezogen werden können.

Daß vorstehende (die Zahl ist in Buchstaben zu wiederholen)
 Unterzeichnete in kantonalen Angelegenheiten stimmberechtigt sind und ihre politischen Rechte in hiesiger Gemeinde ausüben, bescheinigt

Ort: Datum:

Der Gemeindeammann:

.....

(Amtsstempel)

Abbildung B - 5 Unterschriftenzettel für den Volksentscheid (HAGER, 1970)

Anhang C. Tabellen

Tabelle C - 1 Auflistung wichtiger Anlaufstellen im Internet

Kommission	Abkürzung	Website
Gemeinsame Rheinkommission	GKR	https://www.admin.ch/ch/d/cf/ko/gremium_274.html
Hochwassermeldezentrum Rhein		www.hochwasser-rlp.de/
Hochwasservorhersage für den Bodensee		www.bodensee-hochwasser.info
Hydrographische Österreich	Daten	http://ehyd.gv.at
Hydrographischer Vorarlberg	Dienst	www.vorarlberg.at/vorarlberg/wasser_energie/wasser/wasserwirtschaft/weitereinformationen/wasserkreislauf-hydrograp/uebersicht.htm
Bundesamt für Umwelt (CH), Abt. Hydrologie		www.hydrodaten.admin.ch/de/
Internationale Bodenseekonferenz	IBK	www.bodenseekonferenz.org
Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee	IGKB	www.igkb.org
Internationale Kommission für die Hydrologie des Rheingebiets	KHR	www.chr-khr.org
Internationale Kommission zum Schutz des Rheins	IKSR	www.iksr.org
Internationale Rheinregulierung	IRR	www.rheinregulierung.org/
Pegeldaten Baden-Württemberg		www.hvz.baden-wuerttemberg.de/

Tabelle C - 2 Kontaktpersonen bei Behörden, Unternehmen und Instituten

Institution	Kontakt	Email	Inhalt der Information
Amt für Umwelt des Kanton Thurgau	Erika Tanner	Erika.tanner@tg.ch	Umfangreichster Bestand zur Bodenseeregulierung
Aquaviva	Stefan Kurz	stefan.kurz@aquaviva.ch	Verweis auf Sozialarchiv in Zürich
Baechtold AG	Ulrich Sennhauser	sennhauser@baechtoldmoor.ch	-
BAFU	Andreas Inderwildi	andreas.inderwildi@bafu.admin.ch	Projektvorschläge aus den 70er Jahren
Bundesarchiv Schweiz	Roman Zwygart	roman.zwygart@bar.admin.ch	diverse relevante Unterlagen
Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (AT)	Dr. Gabriele Müller	gabriele.mueller@bmnt.gv.at	Verweis auf Honsell
CCR-ZKR	Norbert Kriedel	n.kriedel@ccr-zkr.org	keine Studien vorhanden
EnergieDienst	Wolfgang Biesgen	wolfgang.biesgen@energie-dienst.ch	Daten zum KWs am Hochrhein
ETH Versuchsanstalt für Wasserbau (VAW)	Christopher Paschmann	paschmann@vaw.baug.ethz.ch	Grundlagenordner und Wasserbaupläne
FH Konstanz (Lutz)	Prof. Lutz	wlutz@htwg-konstanz.de	Keine Informationen
Frontius-Gesellschaft	Petra Fricke	info@frontinus.de	Die Rheinmühlen und ihre Funktion als Regulierwehr
Gesellschaft für Geschichte des Bodensee	Alois Niederstätter	Alois.niederstaetter@vorarlberg.at	Die Regulierung des Bodensees: eine alte Geschichte Der Bürger im Staat.
HS Koblenz	Janina Weske	weske@hs-koblenz.de	Keine Informationen
Hydrographische Dienst Vorarlberg	Clemens Mathis	clemens.mathis@vorarlberg.at	Hinweis auf Studie von Bossard (1913)
IKSR			Hydrologie des Rheins
IRR	Dr. Markus Mähr	markus.maehr@rheinregulierung.org	Verweis auf Website

Tabelle C - 2 Kontaktpersonen bei Behörden, Unternehmen und Instituten

Institution	Kontakt	Email	Inhalt der Information
Kantonsbibliothek Graubünden	Karin Brechbühl	fernleihe@kbg.gr.ch	Zeitschriftenartikel
KIT	Bettina Weibel	bettina.weibel@kit.edu	Keine Arbeiten vorhanden
Locher AG	Rolf Bergmann	rolf.Bergmann@locher-ing.ch	Keine Antwort erhalten
Regierungspräsidium Tübingen	Lothar Heissel	lothar.heissel@rpt.bwl.de	Nichts von Regulierung bekannt
SBS Schifffahrt AG	Erich Hefti	erich.hefti@sbsag.ch	keine Unterlagen
Schaffhausen Power	Bernhard von Felten	bernhard.vonfelten@shpower.ch	Daten zum KW in Schaffhausen
Schweizerische Rheinhäfen		info@portof.ch	Keine Antwort erhalten
Sozialarchiv	Ladina Nafzger	nafzger@sozarch.uzh.ch	Diverse Unterlagen zur Protestbewegung
Staatsarchiv Thurgau	Erich Trösch	Erich.troesch@tg.ch	
Stadtarchiv Friedrichshafen	Ulrike Sigmund	u.siegmund@friedrichshafen.de	keine Unterlagen
Stadtarchiv Konstanz	Dr. Jürgen Klöckler	kloecklerj@stadt.konstanz.de	einige Unterlagen, jedoch anderweitig erhalten
Stadtarchiv Schaffhausen	Anne Zimmermann	anne-chantal.zimmermann@stsh.ch	nur Präsenzbestand, jedoch anderweitig erhalten
Stadtbib Schaffhausen	Öchslin Birgit	birgitt.oechslin@stsh.ch	Regulierung des Bodensee, Paul Maier
Uni Freiburg	PD Dr. Jens Lange	jens.lange@hydrology.uni-freiburg.de	keine Unterlagen
Uni Konstanz (Linnologie)	PD Dr. Wolfgang Ostendorp	wolfgang.ostendorp@uni-konstanz	Zahlreiche Publikationen
Uni Zürich	Ljubica Lindov	ljubica.lindov@geo.uzh.ch	keine Unterlagen
WSA Bingen	Florian Kerkel	florian.kerkel@wsv.bund.de	HW-Überschreitung Bingen
WSA Bingen	Joachim Baab	joachim.baab@wsv.bund.de	Schlüsselkurven zu ausgewählten Pegeln am Rhein

Tabelle C - 2 Kontaktpersonen bei Behörden, Unternehmen und Instituten

Institution	Kontakt	Email	Inhalt der Information
WSA Mannheim	Peter Hörter	peter.hörter@wsv.bund.de	Informationen zur Scheitelreduktion am Mittelrhein
WWA Kempten	Stella Rickert	Stella.Rickert@wwa-ke.bayern.de	Hinweis zur IRR

Tabelle C - 3 Bestand des Staatsarchivs Thurgau

ZA-Nummer	Dossier Inhalt	NCL	Unterlagen Typ	Von	Bis	Unterlagen Inhalt
ZA 2009 - 001	Bodenseeregulierung: Projekt der Rheinkorrekturen und des Regulierwehres Hemishofen bearbeitet vom Eidg. Amt für Wasserwirtschaft, Bern 31. Oktober 1953	1	Unterlagen	31.10.1953	31.10.1953	Technischer Bericht / Kostenvoranschlag / Übersichtssituationen / Bauprogramme / Baustadien (Beilagen 1, 2, 24 und 25) 31. Oktober 1953
ZA 2009 - 001	Bodenseeregulierung: Projekt der Rheinkorrekturen und des Regulierwehres Hemishofen bearbeitet vom Eidg. Amt für Wasserwirtschaft, Bern 31. Oktober 1953	2	Pläne	31.10.1953	31.10.1953	Diverse Pläne (Beilagen 3 bis 7)
ZA 2009 - 001	Bodenseeregulierung: Projekt der Rheinkorrekturen und des Regulierwehres Hemishofen bearbeitet vom Eidg. Amt für Wasserwirtschaft, Bern 31. Oktober 1953	3	Pläne	31.10.1953	31.10.1953	Diverse Pläne (Beilagen 8 bis 13) DOSSIER FEHLT!!!!
ZA 2009 - 001	Bodenseeregulierung: Projekt der Rheinkorrekturen und des Regulierwehres Hemishofen bearbeitet vom Eidg. Amt für Wasserwirtschaft, Bern 31. Oktober 1953	4	Pläne	31.10.1953	31.10.1953	Diverse Pläne (Beilagen 14 bis 23)
ZA 2009 - 002	Bodenseeregulierung: Regulierwehr Hemishofen bearbeitet vom Eidg. Amt für Wasserwirtschaft, Bern	10	Pläne + Berichte	01.04.1969	30.04.1969	Bericht Abklärung der Standortfrage des Regulierwehres und der dazugehörigen Schiffsanlagen: Diverse Pläne Standortstudie, April 1969
ZA 2009 - 002	Bodenseeregulierung: Regulierwehr Hemishofen bearbeitet vom Eidg. Amt für Wasserwirtschaft, Bern	11	Pläne	03.11.1969	10.11.1969	Diverse Pläne: Variante 1 und 2 Mit SSSchiffbachäm rechten Ufer vom 03.11. und 10.11.1969 / Plan Variante H Kleinbootschleuse links, anschliessend an Personenschiffschleuse
ZA 2009 - 002	Bodenseeregulierung: Regulierwehr Hemishofen bearbeitet vom Eidg. Amt für Wasserwirtschaft, Bern	12	Pläne + Berichte	01.10.1971	31.10.1971	Technischer Bericht, Kostenvoranschlag und diverse Pläne: A. Projekt Rheinkorrektion; B. Abflusskorrektion zwischen Obersee und Untersee; C. Abflusskorrektion zwischen Eschenz und Schupfen; D. Regulierwehr Hemishofen; Oktober 1971
ZA 2009 - 002	Bodenseeregulierung: Regulierwehr Hemishofen bearbeitet vom Eidg. Amt für Wasserwirtschaft, Bern	13	Pläne + Berichte	15.11.1972	15.11.1972	Variante mit Stauklappen: Technischer Bericht, Kostenvoranschlag und Pläne, 15.11.1972
ZA 2009 - 003	Bodenseeregulierung: Rheinestrecke Schupfen - Rüdlingen bearbeitet vom Eidg. Amt für Wasserwirtschaft, Bern 15.06.1955 / Rheinestrecke Eschenz - Büsingen bearbeitet vom Eidg. Amt für Wasserwirtschaft, Bern Mai 1967	20	Pläne + Berichte	15.06.1955	15.06.1955	Technischer Bericht und diverse Pläne, 15. Juni 1955
ZA 2009 - 003	Bodenseeregulierung: Rheinestrecke Schupfen - Rüdlingen bearbeitet vom Eidg. Amt für Wasserwirtschaft, Bern 15.06.1955 / Rheinestrecke Eschenz - Büsingen bearbeitet vom Eidg. Amt für Wasserwirtschaft, Bern Mai 1967	21	Pläne + Berichte	01.05.1967	31.05.1967	Technischer Bericht, Kostenvoranschlag und diverse Pläne, Mai 1967

ZA 2009 - 004	Bodenseeregulierung: Schiffbarmachung des Hochrheins Basel - Bodensee Projekt 1961; Schweizerisch-Deutsche Technische Kommission für die Schiffbarmachung des Hochrheins: Allgemeiner Gesamtbericht	33	Berichte	01.01.1961	31.12.1961	Diverse Berichte: G. Zusammenstellung der Kosten
ZA 2009 - 004	Bodenseeregulierung: Schiffbarmachung des Hochrheins Basel - Bodensee Projekt 1961; Schweizerisch-Deutsche Technische Kommission für die Schiffbarmachung des Hochrheins: Allgemeiner Gesamtbericht	34	Landkarte, Seekarte	01.01.1961	31.12.1961	Beilage 1: Übersichtskarte 1:25'000 / Beilage 2: Längenprofil Basel-Konstanz / Beilage 3: Längenprofil Koblenz-Konstanz
ZA 2009 - 004	Bodenseeregulierung: Schiffbarmachung des Hochrheins Basel - Bodensee Projekt 1961; Schweizerisch-Deutsche Technische Kommission für die Schiffbarmachung des Hochrheins: Allgemeiner Gesamtbericht	30	Berichte	01.01.1961	31.12.1961	Diverse Berichte: A. Einleitung / B. Allgemeine Beschreibung / C. Technische Grundlagen / D. Fahrzeiten und Leistungsfähigkeit
ZA 2009 - 004	Bodenseeregulierung: Schiffbarmachung des Hochrheins Basel - Bodensee Projekt 1961; Schweizerisch-Deutsche Technische Kommission für die Schiffbarmachung des Hochrheins: Allgemeiner Gesamtbericht	31	Berichte	01.01.1961	31.12.1961	Diverse Berichte: E. Verhältnis des Schifffahrtsprojektes zu den anderen Interessen am Hochrhein und Bodensee; 1. Gewässerschutz und Fischerei / 2. Natur- und Heimatschutz / 3. Landes- und Regionalplanung / 4. Bodenseeregulierung / 5. Kraftwerke
ZA 2009 - 004	Bodenseeregulierung: Schiffbarmachung des Hochrheins Basel - Bodensee Projekt 1961; Schweizerisch-Deutsche Technische Kommission für die Schiffbarmachung des Hochrheins: Allgemeiner Gesamtbericht	32	Berichte	01.01.1961	31.12.1961	Diverse Berichte: F. Beschreibung der baulichen Anlagen
ZA 2009 - 005	Bodenseeregulierung: Schiffbarmachung des Hochrheins Basel - Bodensee Projekt 1961; Schweizerisch-Deutsche Technische Kommission für die Schiffbarmachung des Hochrheins: Stufe Hemishofen / Stufe Schaffhausen	40	Berichte	01.01.1961	31.12.1961	Technischer Bericht / Kostenvoranschlag
ZA 2009 - 005	Bodenseeregulierung: Schiffbarmachung des Hochrheins Basel - Bodensee Projekt 1961; Schweizerisch-Deutsche Technische Kommission für die Schiffbarmachung des Hochrheins: Stufe Hemishofen / Stufe Schaffhausen	41	Landkarte, Seekarte	01.01.1961	31.12.1961	Beilagen zu Berichte Stufe Hemishofen: Beilage 1: Situation Obersee-Untersee 1:5'000 / Beilage 2: Situation Untersee-Schupfen 1:5'000 / Beilage 3: Längenprofil Obersee-Untersee 1:10'00/100 / Beilage 4: Längenprofil Untersee-Schupfen 1:10'000/100
ZA 2009 - 005	Bodenseeregulierung: Schiffbarmachung des Hochrheins Basel - Bodensee Projekt 1961; Schweizerisch-Deutsche Technische Kommission für die Schiffbarmachung des Hochrheins: Stufe Hemishofen / Stufe Schaffhausen	42	Landkarte, Seekarte	01.01.1961	31.12.1961	Beilagen zu Berichte Stufe Hemishofen: Beilage 5: Situation der Schifffahrtsanlagen 1:1'000 - Einschleusiger Ausbau- / Beilage 6: Situation der Schifffahrtsanlagen 1: 1'000 -Zweischleusiger Ausbau-

ZA 2009 - 005	Bodenseeregulierung: Schiffbarmachung des Hochrheins Basel - Bodensee Projekt 1961; Schweizerisch-Deutsche Technische Kommission für die Schiffbarmachung des Hochrheins: Stufe Hemishofen / Stufe Schaffhausen	43	Landkarte, Seekarte	01.01.1961	31.12.1961	Beilagen zu Berichte Stufe Hemishofen: Beilage 7: Längs- und Querschnitte durch die Schiffsanbauten 1:2'000, 1:1'000 -Ein- und zweischleusiger Ausbau- / Beilage 8: Flussquerschnitt 1:5'000
ZA 2009 - 005	Bodenseeregulierung: Schiffbarmachung des Hochrheins Basel - Bodensee Projekt 1961; Schweizerisch-Deutsche Technische Kommission für die Schiffbarmachung des Hochrheins: Stufe Hemishofen / Stufe Schaffhausen	44	Berichte	01.01.1961	31.12.1961	Technischer Bericht / Kostenvoranschlag
ZA 2009 - 005	Bodenseeregulierung: Schiffbarmachung des Hochrheins Basel - Bodensee Projekt 1961; Schweizerisch-Deutsche Technische Kommission für die Schiffbarmachung des Hochrheins: Stufe Hemishofen / Stufe Schaffhausen	45	Landkarte, Seekarte	01.01.1961	31.12.1961	Beilagen zu Berichte Stufe Schaffhausen: Beilage 1: Situation Oberer Teil 1:5'000 / Beilage 2: Situation Unterer Teil 1:5'000 / Beilage 3: Längenprofil der Gesamtstufe 1:10'000/100
ZA 2009 - 005	Bodenseeregulierung: Schiffbarmachung des Hochrheins Basel - Bodensee Projekt 1961; Schweizerisch-Deutsche Technische Kommission für die Schiffbarmachung des Hochrheins: Stufe Hemishofen / Stufe Schaffhausen	46	Landkarte, Seekarte	01.01.1961	31.12.1961	Beilagen zu Berichte Stufe Schaffhausen: Beilage 4: Situation der Schiffsanbauten 1:1'000 -Einschleusiger Ausbau- / Beilage 5: Situation der Schiffsanbauten 1:1'000 -Zweischleusiger Ausbau-
ZA 2009 - 005	Bodenseeregulierung: Schiffbarmachung des Hochrheins Basel - Bodensee Projekt 1961; Schweizerisch-Deutsche Technische Kommission für die Schiffbarmachung des Hochrheins: Stufe Hemishofen / Stufe Schaffhausen	47	Landkarte, Seekarte	01.01.1961	31.12.1961	Beilagen zu Berichte Stufe Schaffhausen: Beilage 6: Querschnitte durch die Schiffsanbauten 1:2'000 -Einschleusiger Ausbau- / Beilage 7: Querschnitte durch die Schiffsanbauten 1:2'000 -Zweischleusiger Ausbau-
ZA 2009 - 005	Bodenseeregulierung: Schiffbarmachung des Hochrheins Basel - Bodensee Projekt 1961; Schweizerisch-Deutsche Technische Kommission für die Schiffbarmachung des Hochrheins: Stufe Hemishofen / Stufe Schaffhausen	48	Landkarte, Seekarte	01.01.1961	31.12.1961	Beilagen zu Berichte Stufe Schaffhausen: Beilage 8: Tunnelprofil 1:200 -Einschleusiger Ausbau- / Beilage 9: Flussprofile im Oberwasser 1:200 / Beilage 10: Flussprofil im Unterwasser 1:200
ZA 2009 - 006	Bodenseeregulierung: Untersuchungen zur Abklärung hydrobiologischer Fragen der Bodenseeregulierung / Stand des Hochrheinschiffsprojektes 1963 / Bodenseeregulierung Geotechnische Untersuchungen 1968, 1969/70	50	Bericht	01.09.1946	30.09.1946	Gutachten von Otto Jaag, Eidg. Technische Hochschule Zürich, Erhalten im September 1946
ZA 2009 - 006	Bodenseeregulierung: Untersuchungen zur Abklärung hydrobiologischer Fragen der Bodenseeregulierung / Stand des Hochrheinschiffsprojektes 1963 / Bodenseeregulierung Geotechnische Untersuchungen 1968, 1969/70	51	Berichte	01.12.1968	31.12.1968	Ergänzungsbericht mit Beilagen zum Gutachten von Otto Jaag vom September 1946, Eidg. Technische Hochschule Zürich, Vegetation des Unterrses und des Hochrheins, August 1967; 9 Pläne 1: 5'000, Zürich, im Dezember 1968

ZA 2009 - 006	Bodenseeregulierung: Untersuchungen zur Abklärung hydrobiologischer Fragen der Bodenseeregulierung / Stand des Hochrheinschiffahrtsprojektes 1963 / Bodenseeregulierung Geotechnische Untersuchungen 1968, 1969/70	52	Bericht	09.04.1963	09.04.1963	Bericht des Regierungsrates des Kantons St. Gallen an den Grossen Rat über den Stand des Hochrheinschiffahrtsprojektes vom 09. April 1963 mit Beilagen 1-8
ZA 2009 - 006	Bodenseeregulierung: Untersuchungen zur Abklärung hydrobiologischer Fragen der Bodenseeregulierung / Stand des Hochrheinschiffahrtsprojektes 1963 / Bodenseeregulierung Geotechnische Untersuchungen 1968, 1969/70	53	Bericht	01.03.1969	31.03.1969	Bericht Geotechnische Untersuchungen 1968, Zürich, März 1969
ZA 2009 - 006	Bodenseeregulierung: Untersuchungen zur Abklärung hydrobiologischer Fragen der Bodenseeregulierung / Stand des Hochrheinschiffahrtsprojektes 1963 / Bodenseeregulierung Geotechnische Untersuchungen 1968, 1969/70	54	Bericht	10.11.1970	10.11.1970	Bericht Geotechnische Untersuchungen 1969/70, Zürich, 10. November 1970
ZA 2009 - 007	Bodenseeregulierung: Kurzbericht der Projekte 1953 und 1967 / Gutachten über verschiedene Standorte des Regulierwehrs der Bodenseeregulierung / Kriterien bezüglich der Abgabe von Zuschusswasser aus dem Bodensee zugunsten der Rheinschiffahrt	60	Bericht	01.01.1969	31.01.1969	Bericht, diverse Pläne
ZA 2009 - 007	Bodenseeregulierung: Kurzbericht der Projekte 1953 und 1967 / Gutachten über verschiedene Standorte des Regulierwehrs der Bodenseeregulierung / Kriterien bezüglich der Abgabe von Zuschusswasser aus dem Bodensee zugunsten der Rheinschiffahrt	61	Gutachten	01.05.1969	31.05.1969	Diverse Schreiben und Erläuterung, Expertisen der Naturschutzexperten W. Knoll, St. Gallen, E. Thalman, Tägerwilen und W. Henne, Schaffhausen, diverse Pläne
ZA 2009 - 007	Bodenseeregulierung: Kurzbericht der Projekte 1953 und 1967 / Gutachten über verschiedene Standorte des Regulierwehrs der Bodenseeregulierung / Kriterien bezüglich der Abgabe von Zuschusswasser aus dem Bodensee zugunsten der Rheinschiffahrt	62	Berichte	31.08.1970	31.08.1970	Bericht der Arbeitsgruppe an den Internationalen Technischen Ausschuss mit Beilagen 1-7, diverse Diagramme für die Perioden zwischen den Jahren 1943 bis 1965
ZA 2009 - 008	Bodenseeregulierung: Bodenseeregulierung (BSR) Projekt 1973 Gesamtdossier, Internationaler Technischer Ausschuss (ITA) A, D, CH, Oktober 1977	70	Bericht	01.10.1977	31.10.1977	Gesamtbericht, Oktober 1977
ZA 2009 - 008	Bodenseeregulierung: Bodenseeregulierung (BSR) Projekt 1973 Gesamtdossier, Internationaler Technischer Ausschuss (ITA) A, D, CH, Oktober 1977	71	Berichte	01.10.1977	31.10.1977	Beilage I: Technisches Projekt: Berichte, Kostenvoranschlag, Diverse Pläne
ZA 2009 - 008	Bodenseeregulierung: Bodenseeregulierung (BSR) Projekt 1973 Gesamtdossier, Internationaler Technischer Ausschuss (ITA) A, D, CH, Oktober 1977	72	Berichte	01.10.1977	31.10.1977	Beilage II: Regulierreglement: Berichte, Reglement, Graphische Darstellungen, Tabellen
ZA 2009 - 008	Bodenseeregulierung: Bodenseeregulierung (BSR) Projekt 1973 Gesamtdossier, Internationaler Technischer Ausschuss (ITA) A, D, CH, Oktober 1977	73	Berichte	01.10.1977	31.10.1977	Anhang 1-4: Stellungnahmen der IGKB und der IBK, Zusammenfassende Berichte Eidg. Amt für Wasserwirtschaft, Bern und Wasser- und Schifffahrtsdirektion, Freiburg i.Br.

ZA 2009 - 009	Bodenseeregulierung: Sekundärliteratur	80	Literatur	01.07.1862	01.07.1862	01.07.1862	Bericht, St. Gallen im Juli 1862
ZA 2009 - 009	Bodenseeregulierung: Sekundärliteratur	81	Literatur	01.01.1879	01.01.1879	31.12.1879	Bericht mit einem Atlas von 11 Tafeln von Max Honn, Stuttgart 1879
ZA 2009 - 009	Bodenseeregulierung: Sekundärliteratur	82	Literatur	01.01.1891	01.01.1891	31.12.1891	Bericht mit 5 Plänen und Beilagen von G.H. Legler, Linth-Ingenieur, Glarus, 1891
ZA 2009 - 009	Bodenseeregulierung: Sekundärliteratur	83	Literatur	01.01.1922	01.01.1922	31.01.1922	Verbandsschrift No. 36 von Ingenieur H. Sommer, St. Gallen, Januar 1922
ZA 2009 - 009	Bodenseeregulierung: Sekundärliteratur	84	Literatur	01.03.1949	01.03.1949	31.03.1949	Verbandsschrift Nr. 49, Nordostschweizerischer Verband für Schifffahrt Rhein-Bodensee, Basel, März 1949
ZA 2009 - 009	Bodenseeregulierung: Sekundärliteratur	85	Literatur	01.10.1957	01.10.1957	31.10.1957	Bericht von Dr. Walter Müller, St. Gallen, Oktober 1957
ZA 2009 - 009	Bodenseeregulierung: Sekundärliteratur	86	Literatur	01.01.1961	01.01.1961	31.12.1961	Verbandsschrift No. 59 von Dr. H. Wanner, Direktor der Lloyd A.G. Basel, Nordostschweizerischer Verband für Schifffahrt Rhein-Bodensee, St. Gallen, 1961
ZA 2009 - 009	Bodenseeregulierung: Sekundärliteratur	87	Literatur	01.03.1961	01.03.1961	31.03.1961	Bericht Schweizerisches Komitee gegen die Hochrheinschifffahrt, im März 1961
ZA 2009 - 009	Bodenseeregulierung: Sekundärliteratur	88	Literatur	01.01.1962	01.01.1962	31.12.1962	Verbandsschrift Nr. 60 von Prof. Dr. Völker, Technische Hochschule in Wien, Nordostschweizerischer Verband für Schifffahrt Rhein-Bodensee, St. Gallen, 1962
ZA 2009 - 009	Bodenseeregulierung: Sekundärliteratur	89	Literatur	01.01.1962	01.01.1962	31.12.1962	Bericht von Justinus Bendermacher, Wittlich, Erster Band 1962
ZA 2009 - 009	Bodenseeregulierung: Sekundärliteratur	90	Literatur	01.01.1963	01.01.1963	31.12.1963	Bericht Nordostschweizerischer Verband für Schifffahrt Rhein-Bodensee, St. Gallen, 1963
ZA 2009 - 009	Bodenseeregulierung: Sekundärliteratur	91	Literatur	01.01.1963	01.01.1963	01.01.1963	Bericht des Rheinaubund Schweizerische Arbeitsgemeinschaft für Natur und Heimat und des Nordostschweizerischen Komitees gegen die Hochrheinschifffahrt, Schaffhausen und Stein am Rhein, 1. Januar 1963
ZA 2009 - 009	Bodenseeregulierung: Sekundärliteratur	92	Literatur	01.02.1963	01.02.1963	28.02.1963	Bericht, Februar 1963
ZA 2009 - 009	Bodenseeregulierung: Sekundärliteratur	93	Literatur	01.03.1963	01.03.1963	31.03.1963	Bericht von Mitgliedern der Wirtschaftsgruppe des Nordostschweizerischen Komitees gegen die Hochrheinschifffahrt, März 1963
ZA 2009 - 009	Bodenseeregulierung: Sekundärliteratur	94	Literatur	20.05.1964	20.05.1964	20.05.1964	Bericht über Vortrag von Dr. Heinrich Wanner, Direktor der BRAG, Basel, vom 20. Mai 1964
ZA 2009 - 009	Bodenseeregulierung: Sekundärliteratur	95	Literatur	01.05.1973	01.05.1973	31.05.1973	Bericht Sonderdruck aus Zeitschrift "Natur und Mensch", 1972 und 1973: Aktionskomitee für die Rhein-Bodensee-Initiative, Frauenfeld, Mai 1973
ZA 2009 - 009	Bodenseeregulierung: Sekundärliteratur	96	Literatur	01.01.1971	01.01.1971	31.12.1971	Diverse Zeitungsartikel aus dem Jahre 1971
ZA 2009 - 009	Bodenseeregulierung: Sekundärliteratur	97	Literatur	01.01.1989	01.01.1989	31.01.1989	Bericht aus Vermessung Photogrammetrie Kulturtechnik, Lebensraum Bodensee, 1/89, Januar 1989

ZA 2009 - 009	Bodenseeregulierung: Sekundärliteratur	98	Literatur	01.01.1926	31.12.1926	Bericht mit 43 Figurentafeln von Dr. Karl Kobelt, Sektionschef beim Eidgenössischen Amt für Wasserwirtschaft
ZA 2009 - 010	Bodenseeregulierung: Bodensee Vorprojekte Absenkung/Regulierung des Seespiegels	100	Berichte	01.01.1972	31.12.1972	Berichte, Berechnungen, Fotos, Situationspläne (Gemeinden Steckborn, Ermatingen, Altnau, Steinach)
ZA 2009 - 010	Bodenseeregulierung: Bodensee Vorprojekte Absenkung/Regulierung des Seespiegels	101	Berichte	01.01.1972	31.10.1973	Berichte, Situationspläne, Reglemente, Perspektive
ZA 2009 - 011	Bodenseeregulierung: Grundlage / Wasserhaushaltsberechnungen	110	Messresultate	01.01.1901	31.12.1971	Diverse Diagramme des Eidgenössischen Amtes für Wasserwirtschaft: Wasserstände des Bodensees zwischen den Jahren 1901 bis 1967 (Dokumente erstellt in den Jahren 1968 - 1971)
ZA 2009 - 011	Bodenseeregulierung: Grundlage / Wasserhaushaltsberechnungen	111	Messresultate	01.01.1941	31.12.1968	Bestimmungen Regulierreglemente, Situationspläne Seestände, Diagramme (Dokumente erstellt 1968)
ZA 2009 - 011	Bodenseeregulierung: Grundlage / Wasserhaushaltsberechnungen	112	Messresultate	01.01.1941	31.12.1968	Bestimmungen Regulierreglemente, Situationspläne Seestände, Diagramme (Dokumente erstellt 1968)
ZA 2009 - 011	Bodenseeregulierung: Grundlage / Wasserhaushaltsberechnungen	113	Messresultate	01.01.1941	31.12.1968	Situationspläne Seestände, Diagramme (Dokumente erstellt 1968)
ZA 2009 - 012	Bodenseeregulierung: Grundlage / Wasserhaushaltsberechnungen	120	Messresultate	01.01.1941	31.12.1969	Bestimmungen Regulierreglemente, Tabellen Seestände, Wasserstände und Abflussmengen (Dokumente erstellt 1969)
ZA 2009 - 012	Bodenseeregulierung: Grundlage / Wasserhaushaltsberechnungen	121	Messresultate	01.01.1941	31.12.1969	Bericht, Bestimmungen Regulierreglemente, Tabellen Seestände, Abflussmengen, Durchfluss (Dokumente erstellt 1970)
ZA 2009 - 012	Bodenseeregulierung: Grundlage / Wasserhaushaltsberechnungen	122	Pläne	01.01.1970	31.12.1970	Seeprofilaufnahmen (Situationspläne)
ZA 2009 - 013	Bodenseeregulierung: Grundlage / Wasserhaushaltsberechnungen: 1. Reglementsentwurf 1971, Wasserhaushaltsberechnungen für die Periode 1941 - 1965, Eidg. Amt für Wasserwirtschaft, erstellt Oktober 1971					
ZA 2009 - 014	Bodenseeregulierung: Grundlage / Wasserhaushaltsberechnungen: 1. Reglementsentwurf 1972, Wasserhaushaltsberechnungen für die Periode 1941 - 1965 und die Hochwasserjahre 1890, 1910, 1926, Eidg. Amt für Wasserwirtschaft, erstellt Februar 1972					
ZA 2009 - 015	Bodenseeregulierung: Schweizerische Delegation für die Bodenseeregulierung (auch Schweizerische Vorbereitende Kommission für Bodenseeregulierung) / Eidgenössisches Amt für Wasserwirtschaft / Wasserwirtschaftsamt des Kantons Thurgau	130	Protokolle	01.01.1969	31.12.1972	Protokolle 1969 - 1972

ZA 2009 - 015	Bodenseeregulierung: Schweizerische Delegation für die Bodenseeregulierung (auch Schweizerische Vorbereitende Kommission für Bodenseeregulierung) / Eidgenössisches Amt für Wasserwirtschaft / Wasserwirtschaftsamt des Kantons Thurgau	131	Aktennotizen	01.01.1935	31.12.1972	Aktennotizen über diverse Besprechungen in den Jahren 1935 - 1972
ZA 2009 - 015	Bodenseeregulierung: Schweizerische Delegation für die Bodenseeregulierung (auch Schweizerische Vorbereitende Kommission für Bodenseeregulierung) / Eidgenössisches Amt für Wasserwirtschaft / Wasserwirtschaftsamt des Kantons Thurgau	132	Pressemitteilungen	01.01.1970	31.12.1972	Entwürfe Pressemitteilungen, Presseartikel, Leserbriefe etc. in den Jahren 1970 bis 1972
ZA 2009 - 015	Bodenseeregulierung: Schweizerische Delegation für die Bodenseeregulierung (auch Schweizerische Vorbereitende Kommission für Bodenseeregulierung) / Eidgenössisches Amt für Wasserwirtschaft / Wasserwirtschaftsamt des Kantons Thurgau	133	Unterlagen	01.01.1968	31.12.1971	Diverse Berichte, Berichtsauszüge, Tabellen, Aufstellungen, Grafiken in den Jahren 1968 bis 1971
ZA 2009 - 015	Bodenseeregulierung: Schweizerische Delegation für die Bodenseeregulierung (auch Schweizerische Vorbereitende Kommission für Bodenseeregulierung) / Eidgenössisches Amt für Wasserwirtschaft / Wasserwirtschaftsamt des Kantons Thurgau	134	Berichte	01.01.1967	31.12.1967	Exposé: Die Brücken bei Stein am Rhein und die Bodenseeregulierung 19.09.1967 / Exposé: Antwort der einfachen Anfrage Dr. H. Koch ohne Datum
ZA 2009 - 015	Bodenseeregulierung: Schweizerische Delegation für die Bodenseeregulierung (auch Schweizerische Vorbereitende Kommission für Bodenseeregulierung) / Eidgenössisches Amt für Wasserwirtschaft / Wasserwirtschaftsamt des Kantons Thurgau	135	Notizen	01.01.1966	31.12.1972	Handnotizen zu Besprechungen und Vorträgen, Briefentwürfe, Autor hauptsächlich H. Guldener in den Jahren 1966 bis 1972
ZA 2009 - 015	Bodenseeregulierung: Schweizerische Delegation für die Bodenseeregulierung (auch Schweizerische Vorbereitende Kommission für Bodenseeregulierung) / Eidgenössisches Amt für Wasserwirtschaft / Wasserwirtschaftsamt des Kantons Thurgau	136	Korrespondenz	01.01.1966	01.01.1972	Korrespondenz in den Jahren 1966 bis 1972
ZA 2009 - 015	Bodenseeregulierung: Schweizerische Delegation für die Bodenseeregulierung (auch Schweizerische Vorbereitende Kommission für Bodenseeregulierung) / Eidgenössisches Amt für Wasserwirtschaft / Wasserwirtschaftsamt des Kantons Thurgau	137	Korrespondenz	01.01.1967	31.12.1973	Korrespondenz in den Jahren 1967 bis 1973
ZA 2009 - 015	Bodenseeregulierung: Schweizerische Delegation für die Bodenseeregulierung (auch Schweizerische Vorbereitende Kommission für Bodenseeregulierung) / Eidgenössisches Amt für Wasserwirtschaft / Wasserwirtschaftsamt des Kantons Thurgau	138	Korrespondenz	01.01.1966	31.12.1972	Korrespondenz-Kopien für Wasserwirtschaftsamt des Kantons Thurgau in den Jahren 1966 bis 1972
ZA 2009 - 016	Bodenseeregulierung: Wirtschaftsamt des Kantons Thurgau / Internationale Konferenz der Behördenvertreter / Eidgenössisches Amt für Wasserwirtschaft	140	Unterlagen	01.01.1933	28.02.1972	Arbeitsunterlagen (Berichte, Protokolle, Verträge, Expertisen, Korrespondenz, div. Unterlagen) in den Jahren 1933 bis 1972

ZA 2009 - 016	Bodenseeregulierung: Wirtschaftsamt des Kantons Thurgau / Internationale Konferenz der Behördenvertreter / Eidgenössisches Amt für Wasserwirtschaft	141	Protokolle	01.01.1926	31.12.1971	Besprechungsprotokolle der Jahre 1926, 1933, 1942, 1968, 1969, 1971
ZA 2009 - 016	Bodenseeregulierung: Wirtschaftsamt des Kantons Thurgau / Internationale Konferenz der Behördenvertreter / Eidgenössisches Amt für Wasserwirtschaft	142	Korrespondenz	01.01.1968	31.12.1971	Korrespondenz (Kopien) betr. Vertretung Bodenseeanliegerstaaten in den Jahren 1968 bis 1971
ZA 2009 - 016	Bodenseeregulierung: Wirtschaftsamt des Kantons Thurgau / Internationale Konferenz der Behördenvertreter / Eidgenössisches Amt für Wasserwirtschaft	143	Korrespondenz	01.01.1968	31.12.1970	Korrespondenz Drittstaaten 1968 und 1970
ZA 2009 - 017	Bodenseeregulierung: Internationaler Technischer Ausschuss für Projekt und Wehrreglement (ITA)	150	Entwürfe	01.01.1977	31.12.1977	Entwürfe Gesamtbericht 1977
ZA 2009 - 017	Bodenseeregulierung: Internationaler Technischer Ausschuss für Projekt und Wehrreglement (ITA)	151	Protokolle	01.01.1969	31.12.1972	Besprechungsprotokolle in den Jahren 1969 bis 1972
ZA 2009 - 017	Bodenseeregulierung: Internationaler Technischer Ausschuss für Projekt und Wehrreglement (ITA)	152	Korrespondenz	01.01.1969	31.12.1972	Korrespondenz mit dem Eidgenössischen Amt für Wasserwirtschaft in den Jahren 1969 bis 1972
ZA 2009 - 017	Bodenseeregulierung: Internationaler Technischer Ausschuss für Projekt und Wehrreglement (ITA)	153	Berichte	01.01.1969	31.12.1971	Tätigkeitsberichte (Entwurf) vom 02.07.1969 und vom 23.11.1971
ZA 2009 - 017	Bodenseeregulierung: Internationaler Technischer Ausschuss für Projekt und Wehrreglement (ITA)	154	Notizen	01.01.1969	31.12.1972	Handnotizen zu ITA-Besprechungen von H. Guldenner, Chef des Wasserwirtschaftsamtes des Kantons Thurgau in den Jahren 1969 bis 1972
ZA 2009 - 017	Bodenseeregulierung: Internationaler Technischer Ausschuss für Projekt und Wehrreglement (ITA)	155	Unterlagen	27.02.1969	27.02.1969	Beilagen zur Besprechung vom 27.02.1969 in Bern (Wasserhaushaltberechnungen, Zuflussberechnungen, Wasserstände etc.)
ZA 2009 - 017	Bodenseeregulierung: Internationaler Technischer Ausschuss für Projekt und Wehrreglement (ITA)	156	Unterlagen	22.05.1969	28.05.1969	Unterlagen zu den Besprechungen vom 22./23.05.1969 in St. Gallen und 28.05.1969 in Schaffhausen (Regulierreglement, Bestimmungen, Pläne Seestände, Tabellen, Ausfluss)
ZA 2009 - 017	Bodenseeregulierung: Internationaler Technischer Ausschuss für Projekt und Wehrreglement (ITA)	157	Unterlagen	01.01.1969	31.12.1971	Unterlagen (1969) für Besprechungen in den Jahren 1969 bis 1971 (Schreiben, Regulierreglemente, Pläne Seestände, Tabellen Seestände)
ZA 2009 - 018	Bodenseeregulierung: Internationaler Technischer Ausschuss für Projekt und Wehrreglement (ITA)	160	Unterlagen	01.01.1972	31.12.1972	Unterlagen zu den Besprechungen vom 30.10.1972 in Zürich und 29.11./01.12.1972 in Salzburg (Stellungnahmen, Aktennotizen, Berichte, Niederschriften, Korrespondenz, diverse Unterlagen)
ZA 2009 - 018	Bodenseeregulierung: Internationaler Technischer Ausschuss für Projekt und Wehrreglement (ITA)	161	Unterlagen	01.01.1971	31.12.1974	Unterlagen zur Besprechung vom 22./23.10.1974 in München (Niederschriften, Korrespondenz, Pläne, Berichte, Wasserstände, diverse Unterlagen)
ZA 2009 - 018	Bodenseeregulierung: Internationaler Technischer Ausschuss für Projekt und Wehrreglement (ITA)	162	Unterlagen	01.01.1973	31.12.1974	Unterlagen zu den Besprechungen vom 23./24.10.1973 in Lugano, vom 16.11.1973 in Zürich und vom 17./18.12.1973 in Langenargen (Niederschriften, Protokolle, Korrespondenz, Berichte, Pläne Abfluss, diverse Unterlagen)

ZA 2009 - 019	Bodenseeregulierung: Eidgenössisches Amt für Wasserversorgung, Strassen- und Baudepartement des Kantons Thurgau und andere	171	Unterlagen	16.11.1940	08.06.1956	Diskussion über die Schiffbarmachung der Rheinfallstrecke: Korrespondenz, RRB, Fragebogen, Protokolle, div. Unterlagen
ZA 2009 - 019	Bodenseeregulierung: Eidgenössisches Amt für Wasserversorgung, Strassen- und Baudepartement des Kantons Thurgau und andere	172	Unterlagen	01.07.1950	27.05.1971	Wehrstandort Unterhalt Eisenbahnbrücke Hemishofen: Korrespondenz, Berichte, Pläne, Tabellen, Abrechnungen, div. Unterlagen
ZA 2009 - 019	Bodenseeregulierung: Eidgenössisches Amt für Wasserversorgung, Strassen- und Baudepartement des Kantons Thurgau und andere	173	Unterlagen	01.01.1966	04.05.1966	Umfrage und Bericht über die wünschbaren Seeslände
ZA 2009 - 019	Bodenseeregulierung: Eidgenössisches Amt für Wasserversorgung, Strassen- und Baudepartement des Kantons Thurgau und andere	174	Unterlagen	04.05.1966	22.04.1971	Projekt ohne Regulierung: Fragebogen und Stellungnahmen Kantone und Gemeinden, Berichte
ZA 2009 - 019	Bodenseeregulierung: Eidgenössisches Amt für Wasserversorgung, Strassen- und Baudepartement des Kantons Thurgau und andere	175	Unterlagen	01.01.1971	31.12.1971	Handnotizen zu Orientierungen der Gemeinden
ZA 2009 - 019	Bodenseeregulierung: Eidgenössisches Amt für Wasserversorgung, Strassen- und Baudepartement des Kantons Thurgau und andere	176	Unterlagen	18.11.1970	26.02.1974	Projektiertung Hemishoferbrücke: Beschluss, Arbeitsunterlagen, div. Unterlagen
ZA 2009 - 019	Bodenseeregulierung: Eidgenössisches Amt für Wasserversorgung, Strassen- und Baudepartement des Kantons Thurgau und andere	170	Unterlagen	01.01.1904	07.07.1954	Regulierungsreglemente: Protokolle, Notizen, Berichte, Korrespondenz, div. Unterlagen
ZA 2009 - 020	Bodenseeregulierung: Eidgenössisches Amt für Wasserversorgung / Amt für Umweltschutz und Wasserversorgung Kanton Thurgau: Diverse Korrespondenz und Unterlagen in den Jahren 1967 - 1978	180	Berichte	01.12.1968	31.12.1968	Bericht vom Dezember 1968, Pläne, Korrespondenz, Entwurf, Eidg. Amt für Wasserversorgung
ZA 2009 - 021	Bodenseeregulierung: Experten diverser Experten für das Eidgenössische Amt für Wasserversorgung	181	Bericht	01.01.1969	31.12.1969	Kurz-Bericht vom Januar 1969, Pläne, Eidg. Amt für Wasserversorgung
ZA 2009 - 021	Bodenseeregulierung: Experten diverser Experten für das Eidgenössische Amt für Wasserversorgung	182	Gutachten	01.05.1969	31.05.1969	Erläuterungen, div. Schreiben, Expertisen, Pläne vom Mai 1969, Eidg. Amt für Wasserversorgung
ZA 2009 - 021	Bodenseeregulierung: Experten diverser Experten für das Eidgenössische Amt für Wasserversorgung	183	Bericht	01.07.1971	31.07.1971	Bodenseeregulierung mittels Grundwehr + Schiffsfahrtsrinne: Bericht über die hydraulische Untersuchung des Vorprojektes Stadelmann/Bächtold, Zürich im Oktober 1971, Graphische Darstellungen, Pläne
ZA 2009 - 021	Bodenseeregulierung: Experten diverser Experten für das Eidgenössische Amt für Wasserversorgung	184	Bericht	25.02.1971	25.02.1971	Bericht vom 25.02.1971 von Hr. Guldener, Wasserversorgungsamt des Kantons Thurgau
ZA 2009 - 021	Bodenseeregulierung: Experten diverser Experten für das Eidgenössische Amt für Wasserversorgung	185	Bericht	19.06.1973	19.06.1973	Bericht vom 19.06.1973, Thurg. Bodenseeregulierung: Proben-Tabelle, div. Unterlagen

ZA 2009 - 021	Bodenseeregulierung: Expertisen diverser Experten für das Eidgenössische Amt für Wasserversirtschaft	186	Expertise	12.12.1975	12.12.1975	Expertise vom 12.12.1975 der Experten: Walter Henne, Schaffhausen, Frank Klötzli, Wallisellen, Willi Knoll, St. Gallen, Ernst Thalmann, Tägerwilen
ZA 2009 - 021	Bodenseeregulierung: Expertisen diverser Experten für das Eidgenössische Amt für Wasserversirtschaft	187	Expertise	20.08.1976	20.08.1976	Expertise vom 20.08.1976 der Experten: Walter Henne, Schaffhausen, Frank Klötzli, Wallisellen, Willi Knoll, St. Gallen, Ernst Thalmann, Tägerwilen
ZA 2009 - 021	Bodenseeregulierung: Expertisen diverser Experten für das Eidgenössische Amt für Wasserversirtschaft	188	Bericht	18.04.1977	18.04.1977	Bericht über den Vergleich der beiden Projekte für die Bodenseeregulierung bezüglich Landschaft und Natur der Experten: Walter Henne, Schaffhausen, Frank Klötzli, Wallisellen, Willi Knoll, St. Gallen, Ernst Thalmann, Tägerwilen
ZA 2009 - 022	Bodenseeregulierung: Volksabstimmung vom 26.08.1973 Initiative Erhaltung der natürlichen See- und Flusslandschaft am Bodensee, Untersee und Rhein"	190	Pressemitteilungen	01.01.1971	31.12.1971	Unterschriftenkarte Volksinitiative / Presseberichte im Jahre 1971
ZA 2009 - 022	Bodenseeregulierung: Volksabstimmung vom 26.08.1973 Initiative Erhaltung der natürlichen See- und Flusslandschaft am Bodensee, Untersee und Rhein"	191	Pressemitteilungen	01.01.1973	31.12.1973	Regierungsratsbeschluss / Presseberichte / Botenschaft / Vorträge / Stellungnahmen im Jahre 1973
ZA 2009 - 023	Bodenseeregulierung: Hochrheinschiffahrts-Projekt / Hochrheinschiffahrt Schiffahrtsanlagen Wehr Heshofen sowie Arbeiten für die II. Juragewässerkorrektion Schweiz. Delegation für die Bodenseeregulierung / Schiffbarmachung Hochrhein	200	Unterlagen	01.01.1959	31.12.1963	Schreiben/Korrespondenz / Berichte / Protokolle / diverse Arbeitsunterlagen in den Jahren 1959 bis 1963
ZA 2009 - 023	Bodenseeregulierung: Hochrheinschiffahrts-Projekt / Hochrheinschiffahrt Schiffahrtsanlagen Wehr Heshofen sowie Arbeiten für die II. Juragewässerkorrektion Schweiz. Delegation für die Bodenseeregulierung / Schiffbarmachung Hochrhein	201	Unterlagen	01.01.1962	31.12.1963	Gründungsversammlungsunterlagen / Interpellationen betreffend Hochrheinschiffahrt in den Jahren 1962 und 1963
ZA 2009 - 023	Bodenseeregulierung: Hochrheinschiffahrts-Projekt / Hochrheinschiffahrt Schiffahrtsanlagen Wehr Heshofen sowie Arbeiten für die II. Juragewässerkorrektion Schweiz. Delegation für die Bodenseeregulierung / Schiffbarmachung Hochrhein	202	Unterlagen	13.08.1969	15.08.1969	Unterlagen zur Besichtigung der Kleinbootsschleusen an Main und Mosel am 13.08. - 15.08.1969 in Deutschland
ZA 2009 - 023	Bodenseeregulierung: Hochrheinschiffahrts-Projekt / Hochrheinschiffahrt Schiffahrtsanlagen Wehr Heshofen sowie Arbeiten für die II. Juragewässerkorrektion Schweiz. Delegation für die Bodenseeregulierung / Schiffbarmachung Hochrhein	203	Unterlagen	28.08.1969	28.08.1969	Unterlagen zur Besichtigung der Arbeiten für die II. Juragewässerkorrektion vom 28.08.1969 der Schweiz. Delegation für die Bodenseeregulierung veranstaltet vom Eidg. Amt für Wasserversirtschaft

ZA 2009 - 023	Bodenseeregulierung: Hochrheinschiffahrts-Projekt / Hochrheinschiffahrt Schiffahrtsanlagen Wehr Hemschhofen sowie Arbeiten für die II. Juragewässerkorrektion Schweiz. Delegation für die Bodenseeregulierung / Schiffbarmachung Hochrhein	204	Bericht	11.05.1965	11.05.1965	Bericht des Bundesamtes an die Bundesversammlung über die Fragen der Schiffahrtsverbindung Adira-Langensee, der Schiffbarmachung der Aare und der Entlastung des Verkehrsapparates durch eine Schiffbarmachung von Hochrhein und Aare vom 11.05.1965
ZA 2009 - 023	Bodenseeregulierung: Hochrheinschiffahrts-Projekt / Hochrheinschiffahrt Schiffahrtsanlagen Wehr Hemschhofen sowie Arbeiten für die II. Juragewässerkorrektion Schweiz. Delegation für die Bodenseeregulierung / Schiffbarmachung Hochrhein	205	Bericht	30.06.1971	30.06.1971	Ergänzender Bericht des Bundesamtes an die Bundesversammlung zum Bericht vom 11.05.1969 über die Fragen der Schiffahrtsverbindung Adira-Langensee, der Schiffbarmachung der Aare..... vom 30.06.1977
ZA 2009 - 024	Bodenseeregulierung: Akten Strassen- und Baudepartement des Kantons Thurgau (Dr. M. Kihm) in den Jahren 1936 bis 1958	210	Unterlagen	01.07.1936	06.07.1954	Nutzenberechnung: Korrespondenz, Entwürfe, Protokolle, Notizen, Pläne, Aufzeichnung Pegel, div. Unterlagen
ZA 2009 - 024	Bodenseeregulierung: Akten Strassen- und Baudepartement des Kantons Thurgau (Dr. M. Kihm) in den Jahren 1936 bis 1958	211	Unterlagen	02.06.1943	09.07.1943	Korrespondenz, Entwürfe "Verleihung für eine Erweiterung der Wassernutzung des Rheins bei Kraftwerken", Notizen, Bericht, div. Unterlagen
ZA 2009 - 024	Bodenseeregulierung: Akten Strassen- und Baudepartement des Kantons Thurgau (Dr. M. Kihm) in den Jahren 1936 bis 1958	212	Unterlagen	01.05.1953	11.06.1953	Wasserentnahme aus dem Bodensee: Korrespondenz, Bericht, Zeitungsbericht Mai/Juni 1953
ZA 2009 - 024	Bodenseeregulierung: Akten Strassen- und Baudepartement des Kantons Thurgau (Dr. M. Kihm) in den Jahren 1936 bis 1958	213	Unterlagen	08.06.1957	24.03.1958	Korrespondenz, Bericht, Protokoll
ZA 2009 - 025	Bodenseeregulierung: Rhein-Bodenseehafen AG / Überblick über die Vorgeschichte der Bodenseeregulierung; Eidg. Amt für Wasserwirtschaft	220	Unterlagen	01.01.1950	31.12.1965	Geschäftsberichte und Rechnungen / Protokolle / Korrespondenz / Diverse Unterlagen in den Jahren 1950 bis 1965
ZA 2009 - 025	Bodenseeregulierung: Rhein-Bodenseehafen AG / Überblick über die Vorgeschichte der Bodenseeregulierung; Eidg. Amt für Wasserwirtschaft	221	Unterlagen	01.01.1966	31.12.1975	Geschäftsberichte und Rechnungen / Protokolle / Korrespondenz / Diverse Unterlagen in den Jahren 1966 bis 1975
ZA 2009 - 025	Bodenseeregulierung: Rhein-Bodenseehafen AG / Überblick über die Vorgeschichte der Bodenseeregulierung; Eidg. Amt für Wasserwirtschaft	222	Unterlagen	19.08.1965	30.08.1966	Berichte / Protokolle / Korrespondenz / Aktennotizen / Berechnungen / diverse Unterlagen
ZA 2009 - 026	Bodenseeregulierung: Nordostschweizerischer Verband für Schiffahrt Rhein-Bodensee: Jahresberichte / Statuten, Konstitutione, Tätigkeit / Rheinfall-Strecke (Projekt Eggenschwyler) (alles Akten von Dr. Max Kihm, Baudepartement Kt. TG)	230	Berichte	01.01.1962	31.12.1980	Protokolle Generalversammlungen / Jahresberichte 1966 - 1980 (es fehlen 1973 und 1979)
ZA 2009 - 026	Bodenseeregulierung: Nordostschweizerischer Verband für Schiffahrt Rhein-Bodensee: Jahresberichte / Statuten, Konstitutione, Tätigkeit / Rheinfall-Strecke (Projekt Eggenschwyler) (alles Akten von Dr. Max Kihm, Baudepartement Kt. TG)	231	Unterlagen	01.01.1945	31.12.1955	Akten Dr. Max Kihm (Baudepartement Kt. TG): Statuten, Konstitution, Tätigkeit; Protokolle, Korrespondenz, div. Unterlagen

ZA 2009 - 026	Bodenseeregulierung: Nordostschweizerischer Verband für Schifffahrt Rhein-Bodensee: Jahresberichte / Statuten, Konstitutione, Tätigkeit / Rheinfall-Strecke (Projekt Eggenschwyler) (alles Akten von Dr. Max Kihm, Baudepartement Kt. TG)	232	Unterlagen	01.01.1941	31.12.1951	Akten Dr. Max Kihm (Baudepartement Kt. TG): Rheinfall-Strecke (Projekt Eggenschwyler): Berichte, Korrespondenz, Pläne, div. Unterlagen
ZA 2009 - 027	Bodenseeregulierung: Nordostschweizerischer Verband für Schifffahrt Rhein-Bodensee: Strecke Basel-Bodensee (Alles Akten von Dr. Max Kihm, Baudepartement Kt. TG)	240	Unterlagen	12.04.1945	06.06.1958	Untersuchungs-Berichte, Referate, Protokoll, Korrespondenz, div. Unterlagen
ZA 2009 - 028	Bodenseeregulierung: Schiffahrt auf dem Bodensee / Verordnungen zur Regelung der Arbeitsbeschaffung / Projekt Greina-Blenio-Kraftwerk 1947	241	Unterlagen	07.10.1945	24.05.1945	Verordnungen, Reglemente, Botschaft, BR-Beschluss, Referat, Entwurf Verfügungen, div. Unterlagen
ZA 2009 - 028	Bodenseeregulierung: Schiffahrt auf dem Bodensee / Verordnungen zur Regelung der Arbeitsbeschaffung / Projekt Greina-Blenio-Kraftwerk 1947	242	Unterlagen	01.01.1947	31.12.1948	Berichte, Protokolle, Korrespondenz, Pläne, div. Unterlagen
ZA 2009 - 029	Bodenseeregulierung: Schiffarmachung Hochrhein: Diverse Publikationen und Literatur	250	Literatur	01.01.1953	31.12.1953	Verbandschrift Nr. 50, 1953, Nordostschweizerischer Verband für Schifffahrt Rhein-Bodensee
ZA 2009 - 029	Bodenseeregulierung: Schiffarmachung Hochrhein: Diverse Publikationen und Literatur	251	Literatur	01.10.1957	31.10.1957	
ZA 2009 - 029	Bodenseeregulierung: Schiffarmachung Hochrhein: Diverse Publikationen und Literatur	252	Literatur	13.06.1960	13.06.1960	Abschrift Vortrag vom 13. Juni 1960 an der Generalversammlung des Aargauischen Handels- und Industrievereins in Aarau
ZA 2009 - 029	Bodenseeregulierung: Schiffarmachung Hochrhein: Diverse Publikationen und Literatur	253	Literatur	01.01.1962	31.12.1962	Eine Untersuchung über raumwirtschaftliche und verkehrswirtschaftliche Probleme der Hochreinschifffahrt dargestellt am Beispiel der Landkreise Sädingen und Waldshut, Sädingen 1962
ZA 2009 - 029	Bodenseeregulierung: Schiffarmachung Hochrhein: Diverse Publikationen und Literatur	254	Literatur	01.07.1963	31.08.1963	Zeitschrift für Schifffahrt und Weltverkehr, 58. Jahrgang Nr. 7/8, Basel, Juli/August 1963
ZA 2009 - 029	Bodenseeregulierung: Schiffarmachung Hochrhein: Diverse Publikationen und Literatur	255	Literatur	20.05.1964	20.05.1964	Vortrag anlässlich der 44. Hauptversammlung der Sektion Ostschweiz des Schweiz. Rhone-Rhein-Schiffahrtsverbandes in Zürich
ZA 2009 - 029	Bodenseeregulierung: Schiffarmachung Hochrhein: Diverse Publikationen und Literatur	256	Literatur	01.02.1965	28.02.1965	Entwurf und Originalfassung, Biel, im Februar 1965
ZA 2009 - 029	Bodenseeregulierung: Schiffarmachung Hochrhein: Diverse Publikationen und Literatur	257	Literatur	14.10.1967	14.10.1967	Verbandschrift Nr. 63: Öffentlicher Vortrag anlässlich der Jahresversammlung des Nordostschweizerischen Verbandes für Schifffahrt Rhein-Bodensee vom 14. Oktober 1967 in Rorschach
ZA 2009 - 029	Bodenseeregulierung: Schiffarmachung Hochrhein: Diverse Publikationen und Literatur	258	Korrespondenz	01.06.1968	30.06.1968	Bericht der Zentralstelle der schweizerischen Binnenschifffahrt, Zürich, Juni 1968

ZA 2009 - 029	Bodenseeregulierung: Schiffbarmachung Hochrhein: Diverse Publikationen und Literatur	259	Korrespondenz	01.10.1968	31.10.1968	3. Auflage, Herausgegeben von der Aare-Hochrhein-Schiffahrt AG, Vacemecum 1968/1969 Bericht
ZA 2009 - 030	Bodenseeregulierung: Schiffbarmachung Hochrhein: Bundesrat, Eidgenössisches Amt für Wasserwirtschaft, Berichte und Ergänzende Berichte	260	Bericht	02.03.1956	02.03.1956	
ZA 2009 - 030	Bodenseeregulierung: Schiffbarmachung Hochrhein: Bundesrat, Eidgenössisches Amt für Wasserwirtschaft, Berichte und Ergänzende Berichte	261	Bericht	01.03.1964	31.03.1964	Mitteilung Nr. 44 des Eidg. Amtes für Wasserwirtschaft, Bern, im März 1964
ZA 2009 - 030	Bodenseeregulierung: Schiffbarmachung Hochrhein: Bundesrat, Eidgenössisches Amt für Wasserwirtschaft, Berichte und Ergänzende Berichte	262	Bericht	01.01.1965	31.01.1965	Abdruck aus dem Schlussbericht der Kommission für Binnenschiffahrt und Gewässerschutz des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes, Baden Januar 1965
ZA 2009 - 030	Bodenseeregulierung: Schiffbarmachung Hochrhein: Bundesrat, Eidgenössisches Amt für Wasserwirtschaft, Berichte und Ergänzende Berichte	263	Bericht	01.12.1966	31.08.1967	Entwurf des Eidgenössischen Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartementes in der Fassung, wie er im Dezember 1966, Januar und August 1967 dem Expertenkollegium zugestellt worden ist. Bericht der Arbeitsgruppe für Fragen des Gewässerschutzes, Bern, 19.04.1967
ZA 2009 - 030	Bodenseeregulierung: Schiffbarmachung Hochrhein: Bundesrat, Eidgenössisches Amt für Wasserwirtschaft, Berichte und Ergänzende Berichte	264	Bericht	19.04.1967	19.04.1967	
ZA 2009 - 030	Bodenseeregulierung: Schiffbarmachung Hochrhein: Bundesrat, Eidgenössisches Amt für Wasserwirtschaft, Berichte und Ergänzende Berichte	265	Bericht	01.06.1967	01.06.1967	Bericht der Arbeitsgruppe für Fragen der Fischerei, Bern, 01.06.1967
ZA 2009 - 030	Bodenseeregulierung: Schiffbarmachung Hochrhein: Bundesrat, Eidgenössisches Amt für Wasserwirtschaft, Berichte und Ergänzende Berichte	266	Bericht	17.06.1968	17.06.1968	Bericht, Bern, 17.06.1967
ZA 2009 - 030	Bodenseeregulierung: Schiffbarmachung Hochrhein: Bundesrat, Eidgenössisches Amt für Wasserwirtschaft, Berichte und Ergänzende Berichte	267	Protokolle	11.04.1969	11.04.1969	Protokoll der Konferenz vom 11. April 1969 mit den Vertretern der Regierungen der Aare-Jurassen- und der Hochrhein-Kantone (ZH, BE, FR, SO, BS, BL, SH, SG, AG, TG, VD, NE) sowie der Regierung des Kantons Tessin
ZA 2009 - 030	Bodenseeregulierung: Schiffbarmachung Hochrhein: Bundesrat, Eidgenössisches Amt für Wasserwirtschaft, Berichte und Ergänzende Berichte	268	Bericht	12.01.1970	12.01.1970	Bericht der Experten: Dr. H.G. Bieri, Bolligen, Dr. A. Nydegger, St. Gallen und Dr. P.-R. Rosset, Neuenburg vom 12. Januar 1970
ZA 2009 - 031	Bodenseeregulierung: Schiffbarmachung Hochrhein: Generelles Projekt 1976 / Volkswirtschaftliche Beurteilung des Projektes für die Schiffbarmachung des Hochrheins	270	Protokolle	09.12.1952	23.01.1980	Protokolle, Korrespondenz, Berichte, div. Unterlagen
ZA 2009 - 031	Bodenseeregulierung: Schiffbarmachung Hochrhein: Generelles Projekt 1976 / Volkswirtschaftliche Beurteilung des Projektes für die Schiffbarmachung des Hochrheins	271	Berichte	14.06.1952	20.02.1953	Berichte: Zusammenfassende Darstellung der Untersuchungen des Eidg. Amtes für Wasserwirtschaft 14. Juni 1952 und Ergänzender Bericht zur Zusammenfassenden Darstellung, 20.02.1953

ZA 2009 - 031	Bodenseeregulierung: Schiffbarmachung Hochrhein: Generelles Projekt 1976 / Volkswirtschaftliche Beurteilung des Projektes für die Schiffbarmachung des Hochrheins	272	Unterlagen	01.12.1977	15.06.1982	Unterlagen: Technische und finanzielle Fortschreibung des Projektes 1961 / Anhang zum Generellen Projekt 1976
ZA 2009 - 032	Bodenseeregulierung: Schiffbarmachung des Rheins von Basel bis Bodensee	280	Gutachten	01.05.1938	21.07.1938	Gutachten der Firma Locher & Cie. Zürich mit den Kapiteln C bis G sowie Bericht und Antrag des Bauinspektorats des Kantons Thurgau zuhanden Eidg. Amt für Wasserwirtschaft Bern,
ZA 2009 - 032	Bodenseeregulierung: Schiffbarmachung des Rheins von Basel bis Bodensee	281	Unterlagen	01.01.1955	02.08.1961	Korrespondenz, RRB's, Berichte, Niederschriften, Protokolle, Jahresbericht 1955, div. Unterlagen (Eidg. Amt für Wasserwirtschaft/Aarg. Baudirektion Wasserwirtschaft/Nordostschweizerischer Verband für Schifffahrt Rhein-Bodensee)
ZA 2009 - 032	Bodenseeregulierung: Schiffbarmachung des Rheins von Basel bis Bodensee	282	Bericht	01.12.1961	31.12.1961	Bericht, Plan (Eidg. Amt für Wasserwirtschaft) Dezember 1961
ZA 2009 - 032	Bodenseeregulierung: Schiffbarmachung des Rheins von Basel bis Bodensee	283	Unterlagen	21.11.1960	08.01.1963	Korrespondenz, Berichte, Abschriften, Niederschriften, Entwürfe RRB's und Staatsvertrag, Protokolle, div. Unterlagen
ZA 2009 - 033	Bodenseeregulierung: Schiffbarmachung des Rheins von Basel bis Bodensee	290	Unterlagen	14.01.1963	15.06.1964	Korrespondenz, RRB's, Berichte, Protokolle, Niederschriften, div. Unterlagen
ZA 2009 - 033	Bodenseeregulierung: Schiffbarmachung des Rheins von Basel bis Bodensee	291	Pläne	27.05.1965	07.10.1971	Plan: Grundwassergebiete Thur - Bodensee Längensprofil 27.05.1965 / Plan: Funktionsmodell einer See- regulierung 07.10.1971
ZA 2009 - 033	Bodenseeregulierung: Schiffbarmachung des Rheins von Basel bis Bodensee	292	Pläne	01.12.1961	01.12.1961	Plan: Stufe Schaffhausen Büsingen - Diessenhofen 01.12.1961
ZA 2009 - 033	Bodenseeregulierung: Schiffbarmachung des Rheins von Basel bis Bodensee	293	Pläne	31.10.1961	03.02.1970	Plan: Unterseeauslauf Eschenz-Schupfen 31.10.61/Plan: Obersee-Untersee Konstanz- Ermatigen 31.10.61/Plan: Einsatzmöglichkeit der Schleuse für Personen- und Kleinschifffahrt 03.02.70 / Plan: Belegung der Personenschiffahrtsschleuse mit Kleinbooten 03.02.70
ZA 2009 - 033	Bodenseeregulierung: Schiffbarmachung des Rheins von Basel bis Bodensee	294	Unterlagen	01.05.1963	23.01.1970	Vernehmlassung der Kantone, Berichte
ZA 2009 - 034	Bodenseeregulierung: Schweizerischer Rhone-Rhein-Schiffahrtsverband (Sektion Ostschweiz) / Schweizerische Schiffsvereinigung / Nordostschweizerischer Verband für Schifffahrt Rhein-Bodensee / Kraftwerk Schaffhausen / Kraftwerk Diessenhofen	300	Berichte	01.01.1963	31.12.1973	Jahresberichte 1963, 1966 bis 1973
ZA 2009 - 034	Bodenseeregulierung: Schweizerischer Rhone-Rhein-Schiffahrtsverband (Sektion Ostschweiz) / Schweizerische Schiffsvereinigung / Nordostschweizerischer Verband für Schifffahrt Rhein-Bodensee / Kraftwerk Schaffhausen / Kraftwerk Diessenhofen	301	Berichte	01.01.1967	31.12.1972	Jahresberichte 1967 und 1972

ZA 2009 - 034	Bodenseeregulierung: Schweizerischer Rhone-Rhein-Schiffahrtsverband (Sektion Ostschweiz) / Schweizerische Schiffsahrtsvereinigung / Nordostschweizerischer Verband für Schifffahrt Rhein-Bodensee / Kraftwerk Schaffhausen / Kraftwerk Diessenhofen	302	Unterlagen	27.09.1948	05.02.1954	Korrespondenz, Protokolle, Statuten, Entwürfe, Berichte, Untersuchungsbericht, div. Unterlagen (Alles Akten von Dr. Max Kihm, Baudepartement Kt. TG)
ZA 2009 - 034	Bodenseeregulierung: Schweizerischer Rhone-Rhein-Schiffahrtsverband (Sektion Ostschweiz) / Schweizerische Schiffsahrtsvereinigung / Nordostschweizerischer Verband für Schifffahrt Rhein-Bodensee / Kraftwerk Schaffhausen / Kraftwerk Diessenhofen	303	Unterlagen	21.10.1926	27.08.1946	Korrespondenz, Berichte, Technischer Bericht, Protokolle, Plan, div. Unterlagen (Alles Akten von Dr. Max Kihm, Baudepartement Kt. TG)
ZA 2009 - 034	Bodenseeregulierung: Schweizerischer Rhone-Rhein-Schiffahrtsverband (Sektion Ostschweiz) / Schweizerische Schiffsahrtsvereinigung / Nordostschweizerischer Verband für Schifffahrt Rhein-Bodensee / Kraftwerk Schaffhausen / Kraftwerk Diessenhofen	304	Unterlagen	09.12.1947	24.03.1948	Korrespondenz, Bericht, Pläne, div. Unterlagen
ZA 2009 - 035	Bodenseeregulierung: Sekundärliteratur von 1879 und 1924 / Fotos Modelle Stauwehr ca. 1970	310	Literatur	01.01.1879	31.12.1879	Tafeln
ZA 2009 - 035	Bodenseeregulierung: Sekundärliteratur von 1879 und 1924 / Fotos Modelle Stauwehr ca. 1970	311	Literatur	01.03.1924	31.03.1924	Bericht mit 11 Figuren, 15 Tabellen, 18 Tafeln und 1 Übersichtskarte
ZA 2009 - 035	Bodenseeregulierung: Sekundärliteratur von 1879 und 1924 / Fotos Modelle Stauwehr ca. 1970	312	Fotos	01.01.1970	31.12.1970	Fotos

Allgemeine Informationen über die Internationale Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes (KHR)

Die KHR ist eine Organisation, in der wissenschaftliche Institutionen der Rheinanliegerstaaten gemeinsam hydrologische Grundlagen für die nachhaltige Entwicklung im Rheingebiet erarbeiten.

Mission und Aufgaben der KHR sind:

Erweiterung der Kenntnisse über die Hydrologie des Rheingebietes durch:

- gemeinsame Untersuchungen
- Austausch von Daten, Methoden und Informationen
- Entwicklung standardisierter Verfahren
- Veröffentlichungen in einer eigenen Schriftenreihe

Beiträge zur Lösung von grenzüberschreitenden Problemen durch die Entwicklung, Verwaltung und Bereitstellung von:

- Informationssystemen (KHR-Rhein-GIS)
- Modellen, wie z.B. Wasserhaushaltsmodelle und das Rhein-Alarmmodell

Die Länder, die sich daran beteiligen sind:

die Schweiz, Österreich, Deutschland, Frankreich, Luxemburg und die Niederlande.

Beziehung zur UNESCO und WMO:

Die KHR wurde 1970 anlässlich der UNESCO-Empfehlung zur Förderung einer engeren Zusammenarbeit in internationalen Flussgebieten gegründet. Seit 1975 erfolgt die Fortsetzung der Arbeiten im Rahmen des Internationalen Hydrologischen Programms (IHP) der UNESCO und des Hydrological Water Resources Program (HWRP) der WMO.

Für weitere Informationen über die KHR, siehe unsere Website: www.chr-khr.org

KHR-Veröffentlichungen

CHR/KHR (1978): Das Rheingebiet, Hydrologische Monographie. Staatsuitgeverij, Den Haag / Le bassin du Rhin. Monographie Hydrologique. Staatsuitgeverij, La Haye. ISBN 90-12017-75-0 (nicht mehr lieferbar)

Berichte der KHR

- I-1 GREBNER, D. (1982): Objektive quantitative Niederschlagsvorhersagen im Rheingebiet. Stand 1982 / Prévisions objectives et quantitatives des précipitations dans le bassin du Rhin. Etat de la question en 1982 (nicht mehr lieferbar)
- I-2 GERHARD, H., J.W. VAN DER MADE, J. REIFF, L.P.M. DE VREES (1983): Die Trocken- und Niedrigwasserperiode 1976. (2. Auflage 1985) / La sécheresse et les basses eaux de 1976 (2ème édition, 1985). ISBN 90 70980 01 0 (nicht mehr lieferbar)
- I-3 HOFIUS, K. (1985): Hydrologische Untersuchungsgebiete im Rheingebiet / Bassins de recherches hydrologiques dans le bassin du Rhin. ISBN 90 70980 02 9 (nicht mehr lieferbar)
- I-4 BUCK, W., R. KIPGEN; J.W. VAN DER MADE, F. DE MONTMOLLIN, H. ZETTL, J.F. ZUMSTEIN (1986): Berechnung von Hoch- und Niedrigwasserwahrscheinlichkeit im Rheingebiet / Estimation des probabilités de crues et d'étiages dans le bassin du Rhin. ISBN 90 70980 03 7 (nicht mehr lieferbar)
- I-5 TEUBER, W., A.J. VERAART (1986): Abflußermittlung am Rhein im deutsch-niederländischen Grenzgebiet / La détermination des débits du Rhin dans la région frontalière germano hollandaise. ISBN 90 70980 04 5 (nicht mehr lieferbar)
- I-6 TEUBER, W. (1987): Einfluß der Kalibrierung hydrometrischer Meßflügel auf die Unsicherheit der Abflußermittlung. Ergebnisse eines Ringversuchs / Influence de l'étalonnage des moulinets hydrométriques sur l'incertitude des déterminations de débits. Résultats d'une étude comparative. ISBN 90 70980 05 3 (nicht mehr lieferbar)
- I-7 MENDEL, H.G. (1988): Beschreibung hydrologischer Vorhersagemodelle im Rheineinzugsgebiet / Description de modèles de prévision hydrologiques dans le bassin du Rhin. ISBN 90 70980 06 1 (nicht mehr lieferbar)
- I-8 ENGEL, H., H. SCHREIBER, M. SPREAFICO, W. TEUBER, J.F. ZUMSTEIN (1990): Abflußermittlung im Rheingebiet im Bereich der Landesgrenzen / Détermination des débits dans les régions frontalières du bassin du Rhin. ISBN 90 70980 10 x (nicht mehr lieferbar)
- I-9 CHR/KHR (1990): Das Hochwasser 1988 im Rheingebiet / La crue de 1988 dans le bassin du Rhin. ISBN 90 70980 11 8 (nicht mehr lieferbar)
- I-10 NIPPES, K.R. (1991): Bibliographie des Rheingebietes / Bibliographie du bassin du Rhin. ISBN 90 70980 13 4 (nicht mehr lieferbar)
- I-11 BUCK, W., K. FELKEL, H. GERHARD, H. KALWEIT, J. VAN MALDE, K.R. NIPPES; B. PLOEGER; W. SCHMITZ (1993): Der Rhein unter der Einwirkung des Menschen. Ausbau, Schifffahrt, Wasserwirtschaft / Le Rhin sous l'influence de l'homme. Aménagement, navigation, gestion des eaux. ISBN 90 70980 17 7 (nicht mehr lieferbar)
- I-12 SPREAFICO, M., A. VAN MAZIJK (Red.) (1993): Alarmmodell Rhein. Ein Modell für die operationelle Vorhersage des Transportes von Schadstoffen im Rhein. ISBN 90 70980 18 5

- I-13 SPREAFICO, M., A. VAN MAZIJK (réd) (1997): Modèle d'alerte pour le Rhin. Un modèle pour la prévision opérationnelle de la propagation de produits nocifs dans le Rhin. ISBN 90 70980 23
- I-14 EMMENEGGER, CH. ET AL. (1997): 25 Jahre KHR. Kolloquium aus Anlaß des 25jährigen Bestehens der KHR / 25 ans de la CHR. Colloque à l'occasion du 25e anniversaire de la CHR. ISBN 90 70980 24 x
- I-15 ENGEL, H. (1997): Fortschreibung der Monographie des Rheingebietes für die Zeit 1971-1990 / Actualisation de la Monographie du Bassin du Rhin pour la période 1971-1990. ISBN 90 70980 25 8
- I-16 GRABS, W. (ed.) (1997): Impact of climate change on hydrological regimes and water resources management in the Rhine basin. ISBN 90 70980 26 6
- I-17 ENGEL, H. (1999): Eine Hochwasserperiode im Rheingebiet. Extremereignisse zwischen Dez.1993 und Febr. 1995. ISBN 90 70980 28 2 (nicht mehr lieferbar)
- I-18 KOS, TH.J.M., H. SCHEMMER, A. JAKOB (2000): Feststoffmessungen zum Vergleich von Messgeräten und Messmethoden im Rhein, 10-12 März 1998. ISBN 90-36953-54-5
- I-19 BARBEN, M. ET AL. (2001): Übersicht über Verfahren zur Abschätzung von Hochwasserabflüssen – Erfahrungen aus den Rheinanliegerstaaten. ISBN 90-36954-11-8
- I-20 KRAHE, P., D. HERPERTZ (2001): Generation of Hydrometeorological Reference Conditions for the Assessment of Flood Hazard in large River Basins - Papers presented at the International Workshop held on March 6 and 7, 2001 in Koblenz. ISBN 90-36954-18-5
- I-21 KRAHE, P. ET AL. (2004): Entwicklung einer Methodik zur Analyse des Einflusses dezentraler Hochwasserrückhaltmaßnahmen auf den Abfluss des Rheins. ISBN 90-36956-74-9
- I-22 BELZ, J.U. ET AL. (2007): Das Abflussregime des Rheins und seiner Nebenflüsse im 20. Jahrhundert - Analyse, Veränderungen, Trends. ISBN 978-90-70980-33-7
- I-23 GÖRGEN, K. ET AL. (2010): Assessment of climate change impacts on discharge in the River Rhine Basin. Results of the RheinBlick2050 project. ISBN 978-90-70980-35-1
- I-24 STEINRÜCKE, J., B. FRÖHLINGS, R. WEIßHAUPT (2012): HYMOG – Hydrologische Modellierungsgrundlagen im Rheingebiet. ISBN 978-90-70980-00-9
- I-25 STAHL, K., M. WEILER, I. KOHN, D. FREUDIGER, J. SEIBERT, M. VIS, K. GERLINGER, M. BÖHM (2016): Abflussanteile aus Schnee- und Gletscherschmelze im Rhein und seinen Zuflüssen vor dem Hintergrund des Klimawandels. Synthesebericht. ISBN 978-90-70980-37-5 / The snow and glacier melt components of streamflow of the river Rhine and its tributaries considering the influence of climate change. Synthesis report. ISBN 978-90-70980-38-2
- I-26 DISSE, M., M. HANSINGER, M. TARANTIK (2018): Die Regulierung des Bodensees. Planungen und Realisierungsansätze in zwei Jahrhunderten. ISBN 978-90-70980-41-2
- Katalog/Catalogue 1 SPROKKEREEF, E. (1989): Verzeichnis der für internationale Organisationen wichtigen Meßstellen im Rheingebiet / Tableau de stations de mesure importantes pour les organismes internationaux dans le bassin du Rhin. ISBN 90 70980 08 8

Berichte unter der Schirmherrschaft der KHR

- II-1 MADE, J.W. VAN DER (1982): Quantitative Analyse der Abflüsse / Analyse quantitative des débits (nicht mehr lieferbar)
- II-2 GRIFFIOEN, P.S. (1989): Alarmmodell für den Rhein / Modèle d'alerte pour le Rhin. ISBN 90 70980 07 x (nicht mehr lieferbar)
- II-3 SCHRÖDER, U. (1990): Die Hochwasser an Rhein und Mosel im April und Mai 1983 / Les crues sur les bassins du Rhin et de la Moselle en avril et mai 1983. ISBN 90 70980 09 6 (nicht mehr lieferbar)
- II-4 MAZIJK A. VAN, P. VERWOERDT, J. VAN MIERLO, M. BREMICKER, H. WIESNER (1991): Rheinalarmmodell Version 2.0. Kalibrierung und Verifikation / Modèle d'alerte pour le Rhin version 2.0. Calibration et vérification. ISBN 90 70980 12 6 (nicht mehr lieferbar)
- II-5 MADE, J.W. VAN DER (1991): Kosten Nutzen Analyse für den Entwurf hydrometrischer Meßnetze / Analyse des coûts et des bénéfices pour le projet d'un réseau hydrométrique. ISBN 90 70980 14 2 (nicht mehr lieferbar)
- II-6 CHR/KHR (1992): Contributions to the European workshop Ecological Rehabilitation of Floodplains, Arnhem, The Netherlands, 22-24 September 1992. ISBN 90 70980 15 0
- II-7 NEMEC, J. (1993): Comparison and selection of existing hydrological models for the simulation of the dynamic water balance processes in basins of different sizes and on different scales. ISBN 90 70980 16 9 (nicht mehr lieferbar)
- II-8 MENDEL, H.G. (1993): Verteilungsfunktionen in der Hydrologie. ISBN 90 70980 19 3
- II-9 WITTE, W., P. KRAHE, H.J. LIEBSCHER (1995): Rekonstruktion der Witterungsverhältnisse im Mittelrheingebiet von 1000 n. Chr. bis heute anhand historischer hydrologischer Ereignisse. ISBN 90 70980 20 7 (nicht mehr lieferbar)
- II-10 WILDENHAHN, E., U. KLAHOLZ (1996): Große Speicherseen im Einzugsgebiet des Rheins. ISBN 90 70980 21 5
- II-11 SPREAFICO, M., C. LEHMANN, H. SCHEMMER, M. BURGDORFFER, TH. L. KOS (1996): Feststoffbeobachtung im Rhein, Beschreibung der Meßgeräte und Meßmethoden. ISBN 90 70980 22 3
- II-12 SCHÄDLER, B. (Red.) (1997): Bestandsaufnahme der Meldesysteme und Vorschläge zur Verbesserung der Hochwasservorhersage im Rheingebiet. Schlußbericht der IKSR Arbeitseinheit 'Meldesysteme / Hochwasservorhersage' Projektgruppe 'Aktionsplan Hochwasser' / Annonce et prévision des crues dans le bassin du Rhin. Etat actuel et propositions d'amélioration. Rapport final de l'unité de travail 'Systèmes d'annonce / prévision des crues' Groupe de projet 'Plan d'action contre les inondations'. ISBN 90 70980 27 4
- II-13 DRÖGE, B., H. HENOCH, W. KELBER, U. MAHR, T. SWANENBERG, T. THIELEMANN, U. THURM (1999): Entwicklung eines Längsprofils des Rheins. Bericht für die Musterstrecke von Rhein km 800-845. Arbeitsgruppe 'Sedimenttransport im Rhein' Projekt 3. ISBN 90 70980 29 0
- II-14 MAZIJK, A. VAN, CH. LEIBUNDGUT, H.P. NEFF (1999): Rhein Alarm Modell Version 2. 1. Erweiterung um die Kalibrierung von Aare und Mosel. Kalibrierungsergebnisse von Aare und Mosel aufgrund der Markierversuche 05/92, 11/92 und 03/94. ISBN 90 70980 30 4
- II-15 KWADIJK, J., W. VAN DEURSEN (1999): Development and testing of a GIS based water balance model for the Rhine drainage basin. ISBN 90 70980 31 2
- II-16 MAZIJK, A. VAN, J.A.G. VAN GILS, V. WEITBRECHT, S. VOLLSTEDT (2000): ANALYSE und EVALUIERUNG der 2D-MODULE zur Berechnung des Stofftransportes in der Windows-Version des RHEINALARMMODELLS in Theorie und Praxis. ISBN 90-36953-55-3

- II-17 SPREAFICO, M., R. WEINGARTNER ET AL. (2002): Proceedings International Conference on Flood Estimation, March, 6-8, 2002 Berne, Switzerland. ISBN 90-36954-60-6
- II-18 BRONSTERT A. ET AL. (2003): LAHoR – Quantifizierung des Einflusses der Landoberfläche und der Ausbaumassnahmen am Gewässer auf die Hochwasserbedingungen im Rheingebiet. ISBN 90-70980-32-0
- II-19 KROEKENSTOEL, D.F., E.H. VAN VELZEN (2003): Morphologische Berechnungen mit Sedimentmischungen – Zukunftsmusik oder eine realistische Alternative? ISBN 90-36954-98-3
- II-20 SPREAFICO, M., C. LEHMANN (Ed.) (2009): Erosion, Transport and Deposition of Sediment - Case Study Rhine- Contribution to the International Sediment Initiative of UNESCO / IHP. ISBN 90-70980-34-4
- II-21 GERTSCH, E., C. LEHMANN, M. SPREAFICO (2012): Methods for the Estimation of Erosion, Sediment Transport and Deposition in Steep Mountain Catchments. A contribution to the International Sediment Initiative of UNESCO / IHP. ISBN 90-70980-36-8
- II-22 HILLEBRAND, G., R.M. FRINGS (2017): Von der Quelle zur Mündung. Die Sedimentbilanz des Rheins im Zeitraum 1091-2010. ISBN: 978-90-70980-39-9.
doi: 10.5675/KHR_22.2017
- II-23 SCHWILLUS, H., H. MOSER (HRSG.), WILLHARDT, V. (RED.) (2017): Land unter – Der Mensch vor der Katastrophe. Menschliche Wahrnehmung singulärer hydrologischer Ereignisse. Begleitband zur internationalen wissenschaftlichen Tagung am 21. und 22. März 2016 in Halle/Saale, Deutschland ISBN 90-70980-40-5

KOLOPHON

Bericht Nr. I-26 der KHR

Report No I-26 of the CHR

Sekretariat der KHR, PO Box 2232

NL 3500 GE Utrecht

Email: info@chr-khr.org

Website: www.chr-khr.org

Projektbearbeitung

Technische Universität München

Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt

Lehrstuhl für Hydrologie und Flussgebietsmanagement

Prof. Dr.-Ing. Markus Disse

Maximilian Hansinger, M.Sc.

Michael Tarantik, Dipl.-Geoökologe

Projektleitung

Jörg Uwe Belz, Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz

Drucker / Printers:

Enveloprint BV

PO Box 42

NL 7090 AA Dinxperlo

Email: info@enveloprint.nl

Website: www.enveloprint.nl

ISBN: 978-90-70980-41-2



Secretariaat CHR/KHR
Zuiderwagenplein 2
8224 AD Lelystad

Postbus 2232
3500 GE Utrecht
Niederlande/Pays-Bas